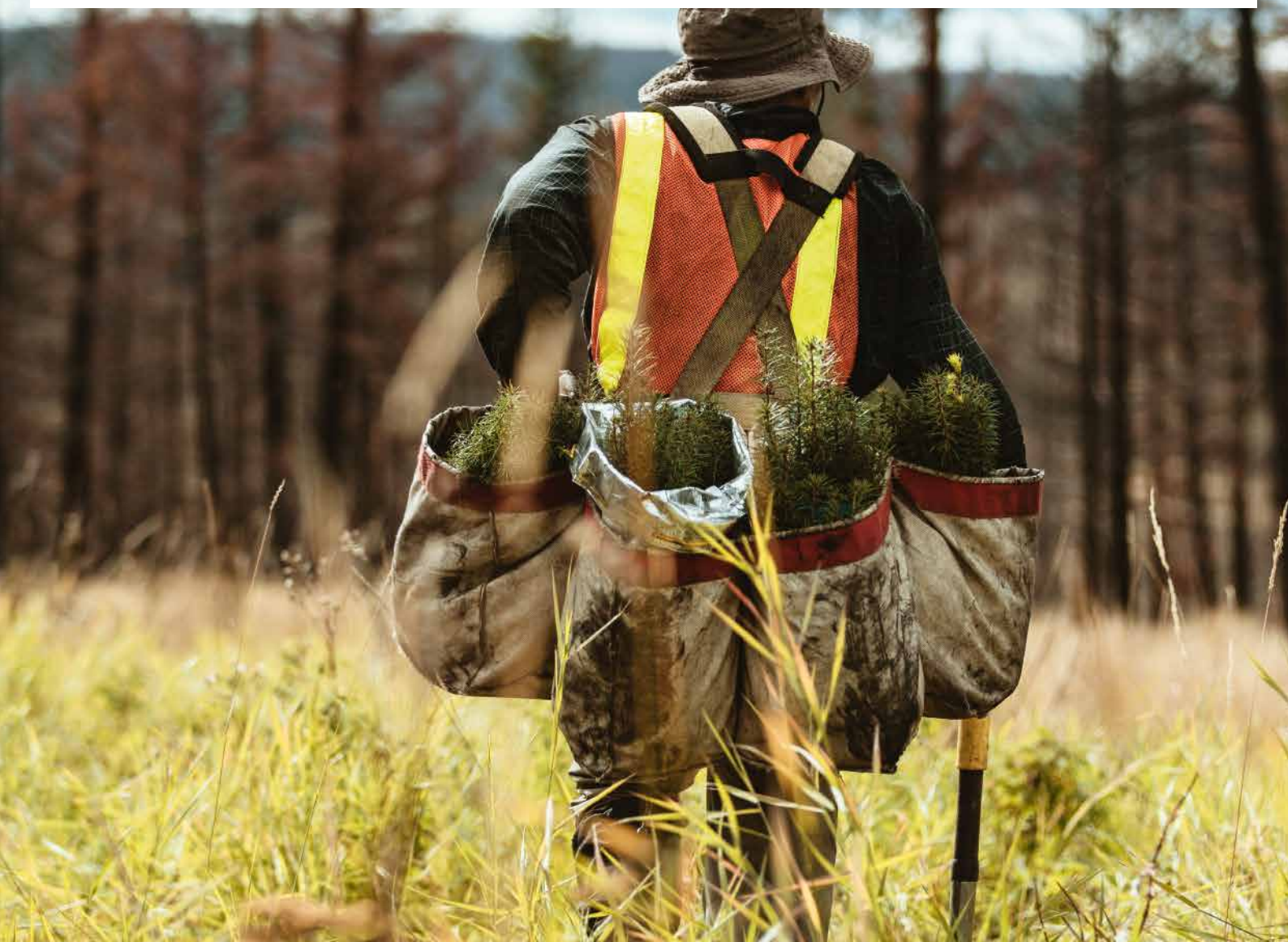




Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Klimaschutz in Zahlen

Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik
Ausgabe 2021

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)
Referat Öffentlichkeitsarbeit, Online-Kommunikation, Social Media · 11055 Berlin
E-Mail: buergerinfo@bmu.bund.de · Internet: www.bmu.de

Redaktion

BMU, Referat IK III 1,
Jörg Rüger, Andrea Buchheim

Text

Guidehouse, Thobias Sach, Linda Beyschlag, Arnold Bruhin, Pia Kerres, Bastian Lotz, Larissa Oppermann, Berlin

Gestaltung

www.digitale-gestaltung.de, Holger Ebeling, Berlin

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

Bildnachweise

Titelseite: Shutterstock.com/Jacob Lund
Seite 6: picture-alliance/dpa/ZB/Jan Woitas · Seite 16: picture-alliance/dpa/Philipp von Ditzfurth
Seite 26: Adobe Stock/Zacharias · Seite 48: imago images/Hoch Zwei Stock/Angerer

Stand

Juni 2021

1. Auflage

3.000 Exemplare (gedruckt auf Recyclingpapier)

Bestellung dieser Publikation

Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09 · 18132 Rostock
Telefon: 030 / 18 272 272 1 · Fax: 030 / 1818 10 272 272 1
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: www.bmu.de/publikationen

Hinweis

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden. Mehr Informationen unter: www.bmu.de/publikationen

Inhalt

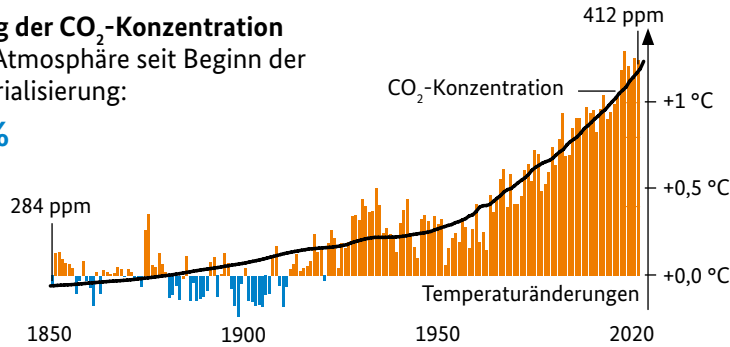
Klimaschutz in Zahlen – kompakt	4
1. Warum setzt sich Deutschland für eine aktive Klimapolitik ein?	6
1.1 Ursachen und Folgen des Klimawandels	7
1.2 Klimawandelfolgen und Anpassung in Deutschland	10
1.3 Globale Verantwortung und Engagement für eine nachhaltige Zukunft	14
2. Klimaschutzziele und Instrumente	16
2.1 Deutsche Klimaschutzpolitik	17
2.2 Europäische Klimaschutzpolitik	20
SCHLAGLICHT 2021: Der Europäische Grüne Deal	23
2.3 Internationale Klimaschutzpolitik	24
3. Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren	26
3.1 Emissionen in Deutschland – gestern, heute und morgen	27
3.2 Energiewirtschaft	29
3.3 Industrie	33
3.4 Verkehr	36
3.5 Gebäude	40
3.6 Landwirtschaft	42
3.7 Abfall- und Kreislaufwirtschaft	44
3.8 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)	46
4. Auf dem Weg in die treibhausgasneutrale Wirtschaft und Gesellschaft	48
4.1 Wirtschaft und Innovation	49
4.2 Arbeitsplätze und Strukturwandel	51
4.3 Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen	53
4.4 Nachhaltiger Konsum	54
4.5 Nachhaltige Investitionen	55
5. Glossar	57
6. Abkürzungsverzeichnis	59
7. Endnoten	60
8. Literaturverzeichnis	62
9. Datenanhang	65

Klimaschutz in Zahlen – kompakt

Ursachen des Klimawandels

Anstieg der CO₂-Konzentration
in der Atmosphäre seit Beginn der
Industrialisierung:

+45 %



Globaler Temperaturanstieg
im Jahr 2020 gegenüber dem
Zeitraum 1850 bis 1900:

+1,2 °C

Verantwortung für den Klimawandel

Pro-Kopf-CO₂-Emissionen in Tonnen 2019

Deutschlands Anteil an den
historischen globalen Treib-
hausgasemissionen seit 1850
beträgt:

4,6 %

USA & Kanada	15,6	
Russland	12,4	
Deutschland	8,5	
China	8,1	
EU-28	7,4	
Globaler Durchschnitt	4,9	
Subsahara-Afrika	1,0	

Deutschlands Pro-Kopf-CO₂-
Emissionen lagen 2019 bei
8,5 Tonnen und damit

3,6 Tonnen

über dem globalen
Durchschnitt.

Klimawandelfolgen

Klimawandelfolgen sind schon heute in Deutschland zu beobachten und werden in den kommenden Jahrzehnten stark zunehmen. Dazu zählen auch extreme Wetterereignisse wie Starkniederschläge und Hitzewellen.



Meeresspiegelanstieg

Pegel Cuxhaven
+42 cm seit 1843



Starkregen

Anzahl Tage ≥ 20 mm
+5 % seit 1951



Sonnenscheindauer

-11 % 1951 bis 1980 $\square$ +9 %
+17 % seit 1981



Schneetage

Anzahl Tage mit 24 h
ausschließlich Schneefall
-49 % seit 1951



Kälte

Anzahl Eistage (< 0 °C)
-49 % seit 1951

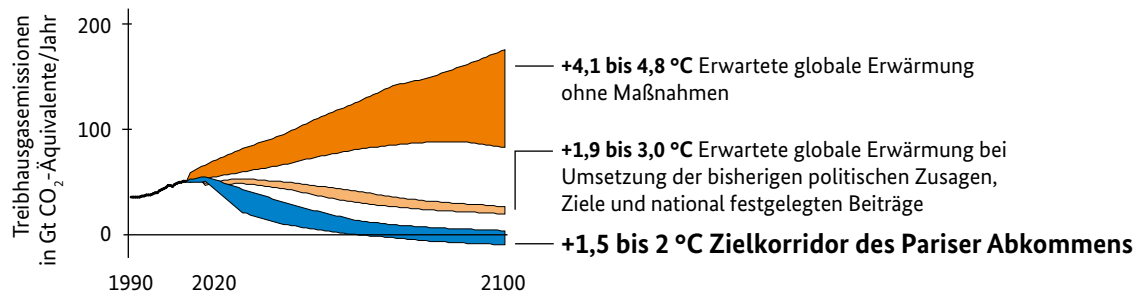


Hitze

Anzahl heißer Tage (≥ 30 °C)
+196 % seit 1951

Internationaler Klimaschutz

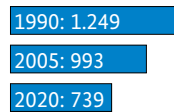
Die internationale Staatengemeinschaft muss ihre Anstrengungen deutlich verstärken, um das Ziel des Pariser Abkommens zu erreichen, die globale Erwärmung auf 1,5 bis 2 °C zu begrenzen.



Emissionstrends und -ziele in Deutschland

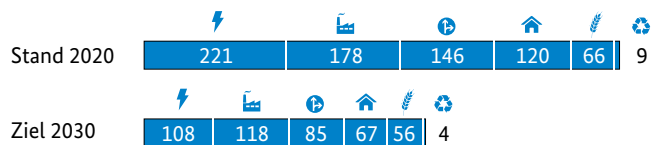
Minderung der deutschen Treibhausgasemissionen gegenüber 1990:

-40,8 %



Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente

Deutsche Treibhausgasemissionen nach Sektoren:

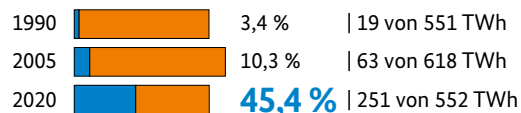


⚡ Energiewirtschaft 🏭 Industrie 🚗 Verkehr
 🏠 Gebäude 🌾 Landwirtschaft ♻️ Abfallwirtschaft und Sonstige

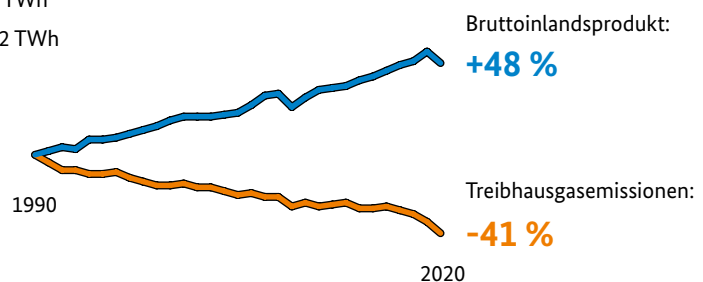
Wandel ist machbar

Im Jahr 2020 lieferten die erneuerbaren Energien erstmals mehr Strom als die fossilen Energieträger (Kohle, Öl, Erdgas).

Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch



Eine wachsende Wirtschaft und sinkende Treibhausgasemissionen sind kein Widerspruch.





Königsteich in Bennewitz, Sachsen, im Juli 2020

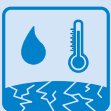
1. Warum setzt sich Deutschland für eine aktive Klimapolitik ein?



► Zusammenfassung



Ursachen: Seit der Industrialisierung werden durch menschliche Aktivitäten in zunehmendem Maße Treibhausgase freigesetzt. Diese reichern sich in der Atmosphäre an und verstärken den Treibhauseffekt. Die globale Durchschnittstemperatur steigt dadurch an. Kohlendioxid, das den bedeutendsten Teil des vom Menschen zusätzlich verursachten Treibhauseffekts ausmacht, wird nur sehr langsam abgebaut. Nach 1.000 Jahren sind davon noch etwa 15 bis 40 Prozent in der Atmosphäre übrig.



Folgen: Der Anstieg des Meeresspiegels sowie das vermehrte Auftreten von Extremwetterereignissen wie Starkniederschläge und Hitzewellen sind Beispiele für Klimawandelfolgen, die bereits heute spürbar sind. Mit zunehmender globaler Erwärmung werden Klimawandelfolgen künftig stärker und eine noch akutere Bedrohung für Artenvielfalt und menschliche Existenzgrundlagen.



Verantwortung: Deutschland hat mit 4,6 Prozent zu den globalen Treibhausgasemissionen seit 1850 beigetragen und seine Pro-Kopf-CO₂-Emissionen liegen deutlich über dem weltweiten Durchschnitt. Es trägt somit eine besondere Verantwortung bei der Bekämpfung des Klimawandels. Die Bundesregierung verfolgt deshalb das Ziel, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden. Erst wenn die Menschheit treibhausgasneutral lebt und wirtschaftet, wird sich die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre stabilisieren.

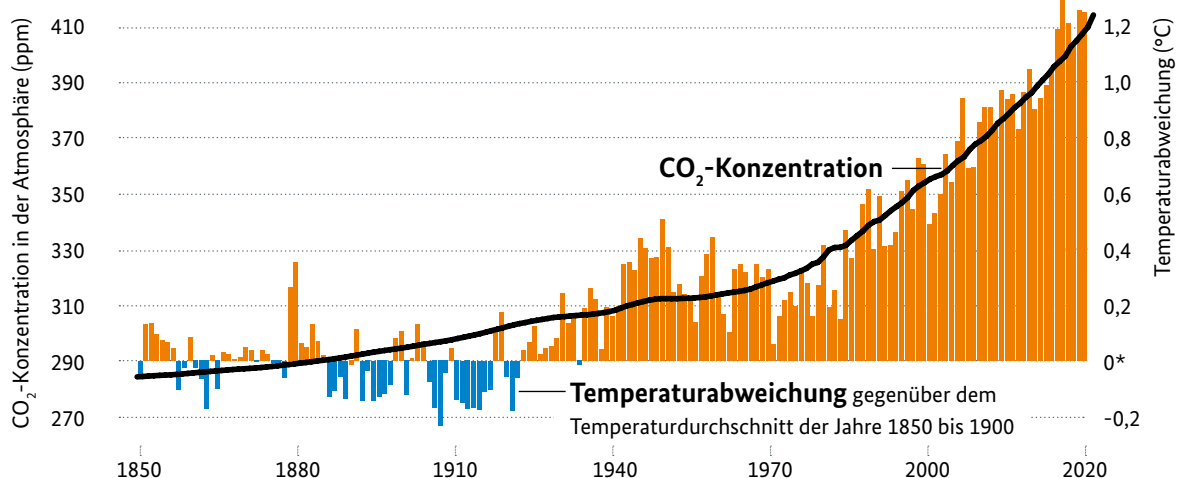
1.1 Ursachen und Folgen des Klimawandels

Der menschengemachte Klimawandel ist real. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass der globale Temperaturanstieg seit der Industrialisierung nicht mit natürlichen Ursachen zu erklären ist. Er ist auf die vom Menschen verursachte Verstärkung des Treibhauseffekts zurückzuführen (siehe Infobox auf Seite 4). Seit Mitte des 19. Jahrhunderts nimmt die Konzentration von Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre drastisch zu (Abbildung 01). Sie ist im Vergleich zu vorindustriellen Werten um 45 Prozent gestiegen (Abbildung 01). Mit 412 Anteilen pro Millionen Teilchen Luft (Englisch: parts per million; ppm) war der Wert 2020 der höchste seit mindestens 800.000 Jahren.^{1, 2} Die Hauptursachen für diesen Anstieg sind die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas, die Nutzung von Kalkstein für die Zementherstellung sowie großflächige Entwaldung. Auch die Konzentration weiterer klimarelevanter Treibhausgase (siehe auch Glossar) ist deutlich angestiegen. Hierzu zählen Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O), die vor allem in der Landwirtschaft entstehen, sowie fluorierte Gase (HFKW, FKW, SF_6 und NF_3). Im Jahr 2020 lag die globale Durchschnittstemperatur rund $1,2^\circ\text{C}$ über dem vorindustriellen Niveau (1850 bis 1900).³ Der sehr

schnelle Temperaturanstieg macht den Unterschied zwischen dem menschengemachten Klimawandel und vorherigen natürlichen Veränderungen wie den Eiszeit-Warmzeit-Zyklen deutlich.⁴

Die Folgen der globalen Erwärmung sind schon heute spürbar. In den letzten Jahren häuften sich Wärmerekorde. 2020 war nach 2016 weltweit das zweitwärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen und markierte das 44. Jahr in Folge, in dem die Mitteltemperatur an der Erdoberfläche den Durchschnitt des 20. Jahrhunderts überschritt.⁵ Die Auswirkungen der globalen Erwärmung lassen sich beispielhaft an den gravierenden Veränderungen der Kryosphäre, also allen Formen von Eis und Schnee im Klimasystem, beschreiben: Seit Beginn der Satellitenmessungen 1979 geht das Meereis in der Nordpolregion um durchschnittlich mehr als zehn Prozent pro Zehn-Jahres-Zeitraum zurück. Mit zunehmender Geschwindigkeit schmelzen auch das Festlandeis Grönlands sowie Teile des antarktischen Eispanzers. Das trägt zu dem beschleunigten Anstieg des durchschnittlichen globalen Meeresspiegels bei. Seit 1900 ist dieser bereits um 16 Zentimeter gestiegen. Seit 2006 beträgt der jährliche Anstieg 3,6 Millimeter.⁶ Auch wenn es gelingen sollte, den Temperaturanstieg auf $1,5^\circ\text{C}$ zu begrenzen, wird mit einem weiteren Anstieg des Meeresspiegels über das Jahr 2100 hinaus gerechnet.⁷ Dies ist eine Bedrohung vor allem für die Menschen, die

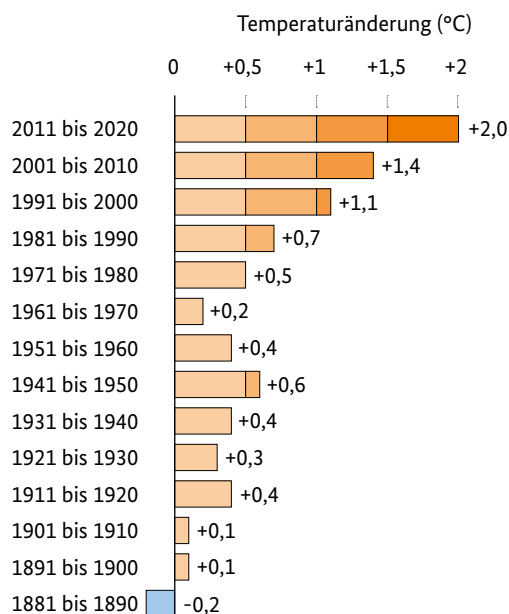
Abbildung 01: Atmosphärische Kohlendioxidkonzentration und globale Temperaturabweichung seit 1850



*Die Temperatur-Nulllinie stellt den Temperaturdurchschnitt der Jahre 1850 bis 1900 dar.

Quelle: Met Office (2021), Climate College (2016), NOAA (2020)

Abbildung 02: Temperaturänderung der Zehn-Jahres-Zeiträume in Deutschland in Bezug auf die Jahre 1881 bis 1910



Quelle: DWD (2021)

an niedrig gelegenen Küsten und in kleinen Inselstaaten leben. Das weitere Abschmelzen der grönländischen Eismassen könnte zudem zu einer Abschwächung des Golfstroms beitragen.⁸ Das hätte wiederum weitreichende Folgen für das Klimasystem als Ganzes.

Auch die globale Gesamtmasse der Gebirgsgletscher geht seit 1980 deutlich zurück. Rekordtemperaturen lassen Gletscher und Permafrost tauen. Hochgebirgshänge werden dadurch destabilisiert. Das kann künftig zu gefährlichen Erdrutschen, Lawinen und Fluten mit verheerenden Folgen für in Hochgebirgsregionen lebende Menschen führen.⁹

Weltweit ist die Zunahme bestimmter Extremwetterereignisse zu beobachten. Hierzu zählen Hitzewellen und Dürren mit steigender Häufigkeit, Intensität und Dauer. Ein aktuelles und dramatisches Beispiel hierfür ist die Hitzewelle in Sibirien im ersten Halbjahr 2020. Im Juni wurden in der Kleinstadt Werchojansk Rekordtemperaturen von bis zu 38 °C gemessen. Hohe Temperaturen und Trockenheit trugen laut der im Juli 2020 erschienenen World-Weather-Attribution-Studie

zur Ausbreitung schwerer Waldbrände bei. Diese verursachten einen Ausstoß von 56 Megatonnen CO₂, mehr als der jährliche Ausstoß der Schweiz.

Auch in Deutschland steigt die Durchschnittstemperatur spürbar. Wird die Erwärmung pro Jahrzehnt betrachtet, wird deutlich, dass der letzte Zehn-Jahres-Zeitraum sogar rund 2 °C wärmer war als der Referenzzeitraum von 1881 bis 1910 (Abbildung 02). Die Temperatur stieg in den vergangenen 50 Jahren deutlich schneller an als in den Jahrzehnten vor 1970. Mit einer Durchschnittstemperatur von 10,4 °C war das Jahr 2020 nach 2018 das bisher zweitwärmste Jahr in Deutschland.¹⁰

Der Klimawandel verstärkt den Rückgang der Artenvielfalt. Die höhere Kohlendioxidkonzentration und die Folgen des Klimawandels haben direkte Auswirkungen auf die Funktion von Ökosystemen und die Biodiversität. Der beobachtete Populationsrückgang und das Artensterben deuten darauf hin, dass viele Spezies und Ökosysteme nicht mit dem schnellen Tempo des Klimawandels mithalten können. Der Rückgang der Artenvielfalt kann wiederum Kaskadeneffekte auf weitere Elemente der Biodiversität haben. Die kontinuierliche Erwärmung, der damit verbundene Rückgang des Sauerstoffgehalts sowie die Versauerung der Meere durch die vermehrte CO₂-Aufnahme bedrohen zum Beispiel Korallen und andere kalkbildende Organismen. Geografische Verschiebungen des Artenvorkommens und damit Veränderungen mariner Ökosysteme werden bereits heute beobachtet. Dies wird Auswirkungen auf die Verbreitung und den Bestand von Fischarten haben und so die Existenzgrundlagen von Gemeinschaften bedrohen, die vom Meerestierfang abhängig sind.¹¹

Selbst bei einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C verstärken sich die Klimawandelfolgen deutlich. Der im Oktober 2018 erschienene Sonderbericht des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) zu den Folgen der globalen Erwärmung um 1,5 °C hat aufgezeigt, dass die Risiken für Mensch und Natur noch größer sind als bisher angenommen. Die bislang von der Staatengemeinschaft zugesagten Anstrengungen zur Reduzierung ihres Treibhausgasausstoßes reichen jedoch bei Weitem nicht aus, um den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf 1,5 °C zu begrenzen. Laut IPCC-Sonderbericht wird dieser Wert bei gleichbleibendem Temperaturanstieg bereits zwischen 2030 und 2052 überschritten.

i

Störung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs

Durch die Verbrennung fossiler Energieträger und durch industrielle Prozesse (grauer Pfeil) sowie durch Landnutzung und Landnutzungsänderungen (oranger Pfeil) verursachen Menschen Treibhausgasemissionen (Abbildung 03). Diese stören den natürlichen Kohlenstoffkreislauf, also die Zirkulation von großen Mengen an Kohlenstoff zwischen der Atmosphäre, dem Ozean und der terrestrischen Biosphäre.

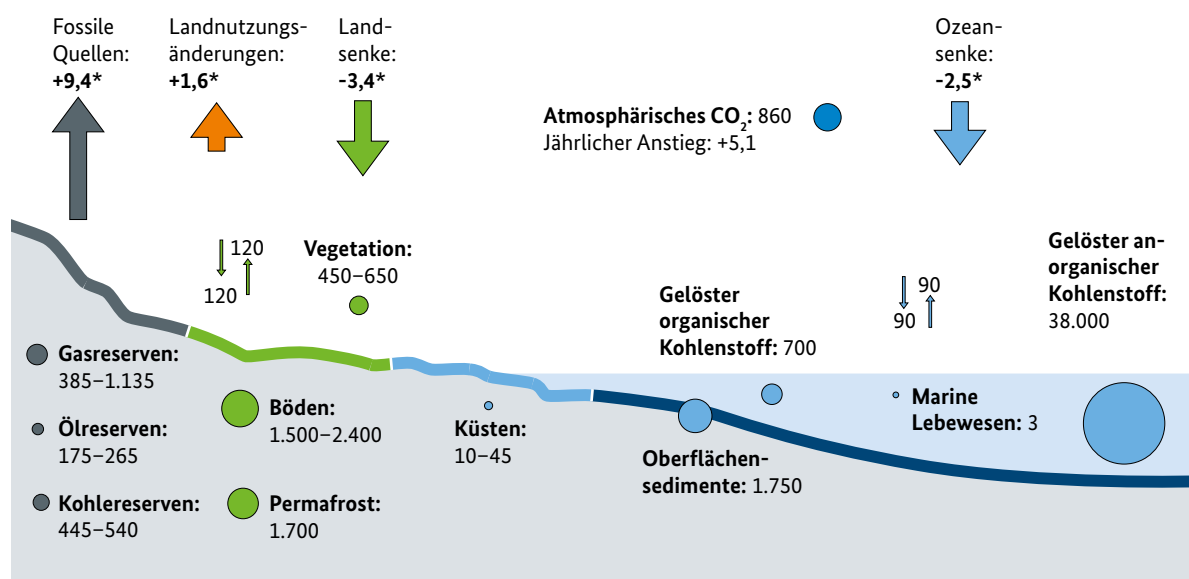
CO₂-Emissionen werden zunächst vor allem von der Atmosphäre, dem oberen Ozean und der Vegetation aufgenommen. Über Zehn- bis Hunderttausende von Jahren führen geologische Prozesse zu einer Umverteilung zwischen den Speichern der Kohlenstoffvorräte (Kreise). Im Ozean wird Kohlenstoff vor allem in gelöster anorganischer Form – als Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen – gebunden. Der menschlich verursachte Anstieg der CO₂-Konzentration verändert natürliche Kohlenstoffflüsse und lässt sie aus dem Gleichgewicht geraten.

Die atmosphärische CO₂-Konzentration ist zwischen 2010 und 2019 um durchschnittlich 5,1 Gigatonnen Kohlenstoff pro Jahr angestiegen. In den 1960er Jahren lag dieser Wert mit 1,8 Gigatonnen Kohlenstoff pro Jahr noch auf einem deutlich niedrigeren Niveau.¹²

Die steigende atmosphärische CO₂-Konzentration trägt zu einer Verstärkung des Treibhauseffekts bei. Durch die menschlichen Mehremissionen wird ein größerer Teil der Wärmeeinstrahlung auf die Erde absorbiert und nicht in Form von Infrarotstrahlung ins All reflektiert. So kommt es zu einer globalen Erwärmung.

Diese Erwärmung löst wiederum Rückkopplungen zwischen dem globalen Kohlenstoffkreislauf und dem Klima aus. Ein Anstieg der Temperatur an Land führt zum Beispiel zu einer Intensivierung der Bodenatmung und so zu mehr Kohlendioxid, das aus dem Boden in die Atmosphäre gerät.

Abbildung 03: Störung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs durch menschliche Aktivitäten



*Jährliche Kohlenstoffflüsse gemittelt über die Jahre 2010 bis 2019 in Gigatonnen Kohlenstoff (Gt C) pro Jahr

↕ Natürlicher Kohlenstoffkreislauf in Gt C pro Jahr ○ Kohlenstoffvorräte in Gt C

1 Gt C entspricht 3,664 Gt CO₂

Quelle: Friedlingstein Pierre et al. (2020) (Originaldarstellung leicht geändert)



1.2 Klimawandelfolgen und Anpassung in Deutschland

Deutschland ist zunehmend von den Folgen des Klimawandels betroffen. Seit 1881 ist die Jahresdurchschnittstemperatur in Deutschland um 1,6 °C angestiegen.¹³ Auch die Anzahl an heißen Tagen mit Temperaturen von über 30 °C hat deutlich zugenommen. Während im Jahr 1951 nur drei solcher Tage verzeichnet wurden, lag diese Zahl im Jahr 2020 bereits bei elf.¹⁴ Der Anstieg der Hitzebelastung gilt in Deutschland als das deutlichste und stärkste Klimasignal und hat erhebliche Auswirkungen auf Gesundheit und Infrastrukturen, insbesondere in Ballungsräumen. Hitzewellen sind besonders für die jüngsten und ältere Bevölkerungsteile sowie für pflegebedürftige und vorerkrankte Menschen belastend und können zu zusätzlichen Todesfällen führen. Im Jahr 2003 starben 7.500 Menschen mehr, als ohne Hitzeperiode zu erwarten gewesen wäre. In den Jahren 2006 und 2015 gab es jeweils 6.000 zusätzliche Todesfälle.¹⁵

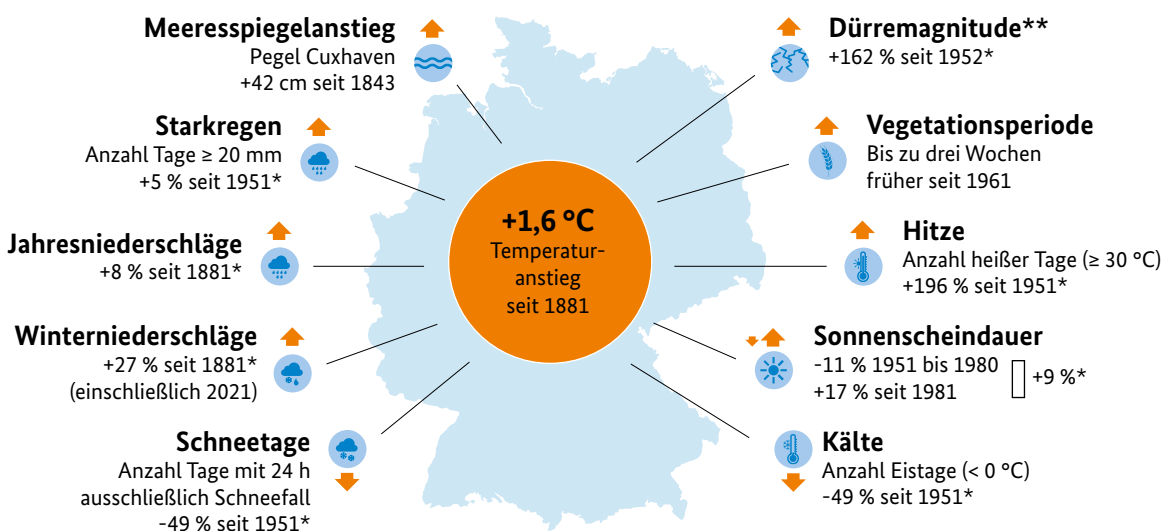
Die zunehmende Trockenheit hat im vergangenen Jahrzehnt häufiger zu niedrigen Grundwasserständen und damit zu Problemen bei der Trinkwasserversorgung in

manchen Gemeinden geführt. In der Land- und Forstwirtschaft macht sich der Rückgang des verfügbaren Wassers über die letzten 50 Jahre ebenfalls deutlich bemerkbar. So verursachte allein die extreme Hitze und Trockenheit im Jahr 2018 landwirtschaftliche Schäden in Höhe von 700 Millionen Euro.

Auch weitere Extremwetterereignisse wie Stürme, Starkregen und Überschwemmungen drohen sich infolge der Erwärmung zu häufen. Sie beschädigen unter anderem Infrastrukturen wie Straßen, Häfen und Wasserwege und stellen damit auch ein wirtschaftliches Risiko dar. Zudem leidet der deutsche Wald zunehmend unter den Folgen des Klimawandels. Stürme, lang anhaltende Dürre, überdurchschnittlich viele Waldbrände und Borkenkäferbefall haben den Wäldern in Deutschland in den vergangenen Jahren stark zugesetzt. Rund 285.000 Hektar Wald müssen infolge von Schäden durch Klimawandelfolgen aufgeforstet werden, besonders mit Blick auf ihre wichtige Rolle als CO₂-Senken und wichtiger Raum für die Vielfalt von Flora und Fauna.

Die Erwärmung führt darüber hinaus zu einer Ausbreitung von Tier- und Pflanzenarten aus wärmeren Regionen, wie zum Beispiel der Tigermücke, die bisher

Abbildung 04: Ausgewählte Klimawandelfolgen in Deutschland



*Verhältnis des linearen Trends von 1951 (oder 1881, 1952, 1981) bis 2020 zum Mittelwert der Referenzperiode 1961 bis 1990

**Die Dürremagnitude ist dimensionslos und wird berechnet aus Dürredauer, -fläche und täglicher Dürreintensität des Gesamtbodens (mittlere Tiefe über Deutschland etwa 180 cm) über die Vegetationsperiode April bis Oktober.

Quellen: DWD (2021a), DWD (2021b), BSH (2021), Deutscher Dürremonitor Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) (2021)

in Deutschland nicht auftretende Krankheiten wie Chikungunya- oder Denguefieber mit sich bringt. Eine Untersuchung des Bundesamtes für Naturschutz stellte fest, dass der Klimawandel für 89 Prozent von 500 ausgewählten heimischen Tierarten ein mittleres oder hohes Risiko bedeutet. Schmetterlinge, Käfer und Weichtiere zählen zu den am meisten bedrohten Arten hierzulande. Abbildung 04 gibt einen Überblick über zentrale in Deutschland beobachtbare Klimawandelfolgen.

Regionen sind aufgrund ihrer geografischen und strukturellen Gegebenheiten unterschiedlich vulnerabel. Die mit Blick auf den Klimawandel verwundbarsten Regionen Deutschlands sind Landkreise mit strukturellem Defizit, die in Regionen mit warmem Klima liegen. Aufgrund des erwarteten Anstiegs der sommerlichen Starkregen und der Winterniederschläge sind auch strukturschwache Ballungsräume mit hohem Anteil an überschwemmungsgefährdeten Gebieten vulnerable Regionen. Vor allem Arten und Lebensräume, die an besonders empfindliche Regionen gebunden sind, werden langfristig durch den Temperaturanstieg bedroht sein. Beispiele hierfür sind das Wattenmeer und das Hochgebirge.

Im 2020 erschienenen Grünbuch zur öffentlichen Sicherheit beschreiben die Autor*innen angelehnt an den Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018 des Bundes, wie die zunehmenden Folgen des Klimawandels bereits im Jahr 2030 das alltägliche Leben beeinflussen könnten: Eine sechsjährige Dürreperiode und der Höhepunkt einer neuen Hitzewelle bei 45 °C im Schatten könnten die Trinkwasserversorgung stark beeinträchtigen. Durch hitzebedingte Fahrbahnschäden könnte auch die Lebensmittelversorgung ins Stocken geraten. Schienen könnten sich verformen und damit den Bahnverkehr stark einschränken. Steigende Zahlen von Hitzetoten könnten zu Ausgangssperren führen. Auch öffentliche Einrichtungen wie Schulen und Kindergärten müssten schließen. Die Autor*innen plädieren unter anderem dafür, Klimawandel und Klimaprojektionen in alle Bereiche der Katastrophenvorsorge mit einzubeziehen, um besser auf ein solches Krisenszenario vorbereitet zu sein.

Unvermeidbare Folgen des Klimawandels erfordern effektive Anpassungsmaßnahmen. Klimaschutzmaßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels können das Eintreten weitreichender Folgen nicht gänzlich

„Angesichts des fortschreitenden Klimawandels müssen wir frühzeitig planen, langfristig handeln und strategisch koordinieren. Auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene. Klimaanpassung ist eine Querschnittsaufgabe und es ist eine Gemeinschaftsaufgabe.“ Svenja Schulze, Bundesumweltministerin

verhindern. Klimapolitik bedeutet daher neben der Vermeidung von Treibhausgasemissionen auch die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Ziel ist es hierbei, die durch den Klimawandel verursachten Auswirkungen auf den Menschen, insbesondere auf die vulnerablen Bevölkerungsgruppen, und die Schäden an Infrastrukturen und in allen Bereichen der Wirtschaft mithilfe angemessener Vor- und Nachsorge zu mindern oder wenn möglich zu vermeiden. Anpassungsmaßnahmen haben zum Ziel, unsere von Klimawandelfolgen betroffene Gesellschaft in allen Bereichen widerstandsfähiger, also resilient, zu machen. Der Fokus liegt auf vorbeugenden Maßnahmen und umfassenden Informationssystemen wie beispielsweise effektiven Warnsystemen vor Extremwetterereignissen.

Die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) setzt den politischen Rahmen für Klimawandelanpassung. Die DAS weist den möglichen Folgen des Klimawandels verschiedene Handlungsfelder zu und stellt Handlungsoptionen vor. Damit bildet sie die Basis dafür, wie Deutschland widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels werden soll. Die DAS wird durch regelmäßig veröffentlichte Aktionspläne und Fortschrittsberichte fortgeschrieben und mit konkreten Maßnahmen unterlegt. Im November 2020 wurde der zweite Fortschrittsbericht veröffentlicht, der den dritten Aktionsplan Anpassung (APA III) enthält. Der APA III beschreibt mehr als 180 laufende und neue Maßnahmen aller Bundesressorts. Eine wichtige Grundlage für die Erstellung des APA III bildet die Vulnerabilitätsanalyse des Bundes, die 2021 aktualisiert vorgelegt wird. Diese fasst Handlungsfelder mit ähnlichen Klimawirkungen in sechs Clustern zusammen: Wasser, Land, Infrastrukturen, Wirtschaft, Gesundheit sowie Raumplanung und Bevölkerungsschutz. Konkrete Maßnahmen und Instrumente reichen von der Renaturierung an Fließgewässern und Auen bis zur Schaffung grüner Korridore in den Städten (Abbildung 05).



Maßnahmen wie die Bereitstellung von Daten- und Informationsdiensten oder Förderaktivitäten werden in dem Cluster „Übergreifend“ erfasst. Der APA III sieht beispielsweise vor, das Deutsche Klimavorsorgeportal (KliVO-Portal) weiterzuentwickeln. Dort werden meteorologische und klimatologische Daten gesammelt und zur Verfügung gestellt. Zudem erhalten Bundesländer, Landkreise und Kommunen, aber auch die Zivilgesellschaft und die Wirtschaft mithilfe von Anpassungsdiensten Unterstützung im Umgang mit Klimawandelfolgen. Der zweite Fortschrittsbericht strebt auch ein bundesweites Klimaschadenkataster an. Dort sollen künftig alle Daten zu klimatischen Schäden und Schadenskosten registriert werden, um eine bessere kurz- und mittelfristige Planung benötigter Mittel auf nationaler Ebene zu ermöglichen.

Für Kommunen ist Anpassung besonders wichtig, denn Klimawandelfolgen treten lokal auf. Viele Anpassungsmaßnahmen setzen auf kommunaler Ebene an, um auf die lokalen Auswirkungen zu reagieren. Klimawandelfolgen wie häufigere Fälle von Hochwasser, Überflutungen, Hitzewellen und Dürreperioden bedrohen nicht nur die menschliche Gesundheit, sondern auch zentrale Bestandteile der Infrastruktur und Daseinsvorsorge, die oftmals in kommunaler Hand

liegen. Beispiele sind die Trinkwasserversorgung und Verkehrsinfrastruktur.

Um Klimaanpassung regional und kommunal zu unterstützen, hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) Förderprogramme geschaffen. Im Rahmen des Förderprogramms „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ wurden seit 2011 rund 280 Einzelvorhaben unter drei Förderschwerpunkten mit einem Gesamtfördervolumen in Höhe von 37,3 Millionen Euro bewilligt. Das 2020 neu eingeführte Programm „Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen“ unterstützt unter anderem kommunale und sonstige Träger von sozialen Einrichtungen wie Krankenhäusern, Pflege- und Altenheimen sowie Kindertagesstätten dabei, sich gegen die zunehmenden Belastungen durch Klimawandelfolgen zu wappnen. Dafür stehen 150 Millionen Euro aus dem Konjunkturpaket der Bundesregierung bis 2023 zur Verfügung. Des Weiteren sind Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen Voraussetzung für die Städtebauförderung der Bundesregierung. Allein im Jahr 2020 lag die hierfür vorgesehene Summe bei 790 Millionen Euro.¹⁶

Abbildung 05: Klimawandelfolgen und Anpassungsmaßnahmen



Erhöhte Hitzebelastung

Betroffene Cluster: Vor allem Gesundheit und Infrastruktur.

Anpassungsmaßnahmen: Schaffung grüner Korridore in Städten, Hitzewarnsystem für vulnerable Gruppen, Verbesserung des Trinkwasserangebots in Hitzeperioden.

Räumlicher Schwerpunkt: Ballungsgebiete in den wärmeren Regionen Deutschlands, die sich in Zukunft noch ausdehnen werden.



Beeinträchtigung der Wassernutzung durch zunehmende Erwärmung

Betroffene Cluster: Vor allem Wasser, Land, Infrastrukturen.

Anpassungsmaßnahmen: Reduzierte Wasserentnahme durch Energiewirtschaft und Industrie.

Räumlicher Schwerpunkt: Regionen mit warmem und trockenerem Klima in Ostdeutschland und dem Rheineinzugsgebiet.

Quellen: BMU (2015a), BMU (2020a), UBA (2019b)



Dürreperioden

Betroffene Cluster: Vor allem Wasser, Land, Wirtschaft.

Anpassungsmaßnahmen: Angepasste landwirtschaftliche Bewirtschaftungsweisen, die Humus- und Wasservorrat im Boden fördern.

Räumlicher Schwerpunkt: Regionen mit warmem und trockenem Klima, landwirtschaftlich geprägte Regionen.



Erhöhtes Waldbrandrisiko

Betroffene Cluster: Vor allem Land.

Anpassungsmaßnahmen: Schaffung standortgerechter Mischwälder, Waldbrandprävention, effektive Waldbrandbekämpfung.

Räumlicher Schwerpunkt: Regionen mit intensiver Wald- und Forstwirtschaft in Ostdeutschland und in Mittelgebirgen.

Klimaanpassung bedeutet eine gemeinschaftliche Anstrengung auf allen staatlichen Ebenen in Deutschland und koordiniertes Handeln auch international und auf der Ebene der Europäischen Union (EU). Im Pariser Klimaabkommen werden Klimaanpassung und Klimaschutz als gleichwertige Säulen der internationalen Klimapolitik betrachtet. Die Vertragsstaaten haben sich erstmals auf das globale Ziel geeinigt, die Anpassungsfähigkeit zu verbessern, die Widerstandsfähigkeit zu stärken und die Anfälligkeit gegenüber Klimaänderungen zu verringern. Außerdem wurde der Umgang mit Verlusten und Schäden in einem eigenständigen Artikel verankert. Auf europäischer Ebene wurde im Jahr 2020 vor allem im Rahmen des Europäischen Grünen Deals eine Reihe von Gesetzesvorhaben und Initiativen auf den Weg gebracht, die das Thema Klimaanpassung unmittelbar in den Blick nehmen. So verabschiedete die EU-Kommission im Februar 2021 bereits die neue Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Sie soll Anpassung intelligenter, schneller und systemischer machen. Wissen über Klimaauswirkungen und Lösungsansätze soll verbessert werden. Gleichzeitig werden die Planung und Bewertung von Klimarisiken intensiviert und Anpassungsmaßnahmen beschleunigt. Auch der Aufbau von Klimaresilienz auf globaler Ebene ist Bestandteil

der Strategie. Klimaanpassung ist zudem ein Bestandteil des Vorschlags der EU-Kommission für ein Europäisches Klimagesetz, der EU-Forschungsrahmenprogramme und des Finanzpakets InvestEU.

„Die COVID-19-Pandemie hat stark daran erinnert, dass eine unzureichende Vorbereitung schwerwiegende Folgen haben kann. Es gibt keinen Impfstoff gegen die Klimakrise, aber wir können sie trotzdem bekämpfen und uns auf ihre unvermeidlichen Auswirkungen vorbereiten. Die Auswirkungen des Klimawandels sind sowohl innerhalb als auch außerhalb der Europäischen Union bereits zu spüren. Die neue Strategie zur Klimaanpassung versetzt uns in die Lage, die Vorbereitungen zu beschleunigen und zu vertiefen. Wenn wir uns heute bereit machen, können wir noch ein klimaresilientes Morgen aufbauen.“ Frans Timmermans, geschäftsführender Vizepräsident der EU-Kommission

Fortsetzung Abbildung 05: Klimawandelfolgen und Anpassungsmaßnahmen



Beschleunigter Meeresspiegelanstieg, erhöhter Seegang, steigende Sturmflutgefahr

Betroffene Cluster: Vor allem Wasser, Infrastrukturen, Wirtschaft.

Anpassungsmaßnahmen: Weiterentwicklung von Klima-, Extremwetter- und Gewässervorhersagen, Erhöhung von Deichen, Errichtung von Sperrwerken, hochwassersicheres Bauen, Landgewinnung, Sandvorspülungen, Schaffung von Küstenräumen zur Überflutung.

Räumlicher Schwerpunkt: Küstengebiete.



Hochwasser und Flussüberschwemmungen

Betroffene Cluster: Vor allem Wasser, Infrastrukturen, Wirtschaft.

Anpassungsmaßnahmen: Renaturierung von Fließgewässern und Auen, Einrichtung von Wasserrückhaltebecken und Versickerungsflächen.

Räumlicher Schwerpunkt: Ballungsräume in Flusstälern des Norddeutschen Tieflandes, aber auch Einzugsgebiete des Rheins und der Donau.



Starkregen und Sturzfluten

Betroffene Cluster: Vor allem Wasser, Infrastrukturen, Wirtschaft.

Anpassungsmaßnahmen: Klimawandelrobuste Infrastruktur, Optimierung von Talsperren, Speichern und Rückhaltebecken.

Räumlicher Schwerpunkt: Ballungszentren im Nordwestdeutschen Tiefland, in Mittelgebirgen und im südwestdeutschen Raum.



Veränderung der Artenzusammensetzung und der natürlichen Entwicklungsphasen

Betroffene Cluster: Vor allem Gesundheit, Land, Wasser.

Anpassungsmaßnahmen: Lebensraumoptimierung für gefährdete Arten, Aufforstung, systematische Beachtung der Klimaschutzfunktionen des Bodens.

Räumlicher Schwerpunkt: Meere und ländliche Räume.

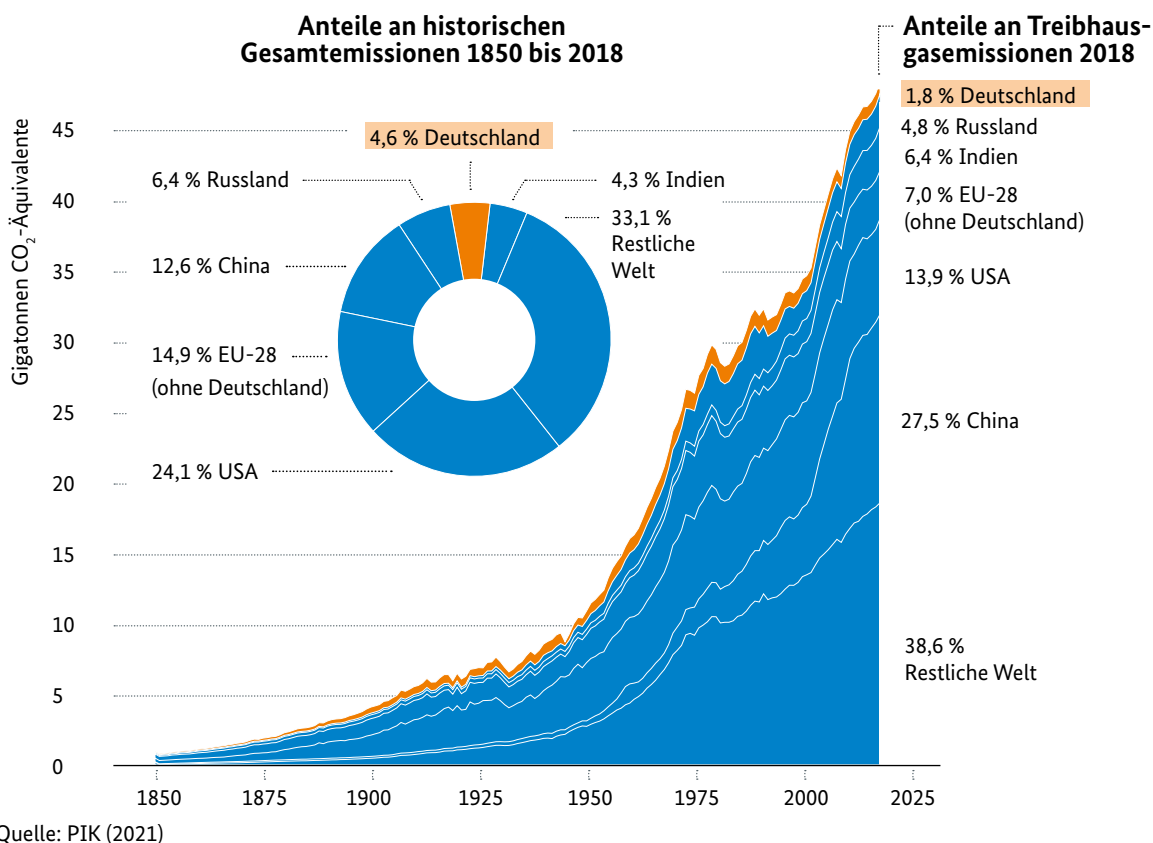
1.3 Globale Verantwortung und Engagement für eine nachhaltige Zukunft

Gemeinsam mit den anderen Industrieländern trägt Deutschland eine besondere Verantwortung für den Klimawandel. Seit Beginn der Industrialisierung wurden global insgesamt 2.482 Gigatonnen CO₂-Äquivalente an Treibhausgasemissionen ausgestoßen.¹⁷ Knapp die Hälfte dieser historischen Emissionen wurde von den Vereinigten Staaten von Amerika (United States of America, USA), Russland und der Europäischen Union verursacht. Dies spiegelt allerdings nicht ihren Anteil an der Weltbevölkerung wider, der deutlich niedriger liegt. Der Anteil Deutschlands an den Gesamtemissionen von 1850 bis 2018 liegt bei 4,6 Prozent. Der Prozess der Industrialisierung setzte in Schwellenländern wie China und Indien später ein. Dort ist besonders in den letzten Jahrzehnten ein starker Anstieg der Treibhaus-

gasemissionen zu beobachten. Ähnlich wie in den Vorjahren zählten zu den größten Emittent*innen im Jahr 2018 China, die USA, die EU, Indien und Russland (Abbildung 06).

Die Pro-Kopf-Emissionen sind in wohlhabenden Ländern wie Deutschland nach wie vor höher als in den meisten Schwellen- und Entwicklungsländern. Im Jahr 2019 wurden in Deutschland 8,5 Tonnen CO₂ pro Kopf und damit deutlich mehr als im globalen Durchschnitt emittiert (Abbildung 07). Unter Einbeziehung aller Treibhausgase lag der Pro-Kopf-Ausstoß Deutschlands 2018 bei 10,4 Tonnen CO₂-Äquivalente. Zum Vergleich betrug dieser Wert in der EU im Durchschnitt 8,4 Tonnen CO₂ pro Kopf.¹⁸ Nicht berücksichtigt wird hierbei der Import und Export von Emissionen. Werden die Emissionen mit eingerechnet, die Deutsche durch den Konsum von im Ausland produzierten Produkten verursachen, liegt der Wert höher (siehe Kapitel 4.4). Die Pro-Kopf-Emissionen von Ländern wie China, wo viele Güter für den Export produziert werden, wären entsprechend niedriger.

Abbildung 06: Globale jährliche Treibhausgasemissionen



Die Bundesregierung erkennt ihre Verantwortung an.

Neben der Verringerung der eigenen Emissionen unterstützt Deutschland auch andere Länder bei der Bekämpfung der Belastungen für Mensch und Umwelt durch den Klimawandel. In Einklang mit dem Ziel des Pariser Abkommens, in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts weltweit einen Zustand der Treibhausgasneutralität zu erreichen, hat sich die deutsche Regierung auch national zu diesem Langfristziel bekannt. Mit dem 2016 beschlossenen Klimaschutzplan 2050 hat Deutschland als eines der ersten Länder eine Klimaschutz-Langfriststrategie vorgelegt. Auch im Kontext zentraler internationaler Foren trägt Deutschland zum Klimaschutz bei. So hat sich Deutschland beispielsweise zum Nachhaltigkeitsziel (Sustainable Development Goal) 13 der Agenda 2030 der Vereinten Nationen und damit zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen bekannt.

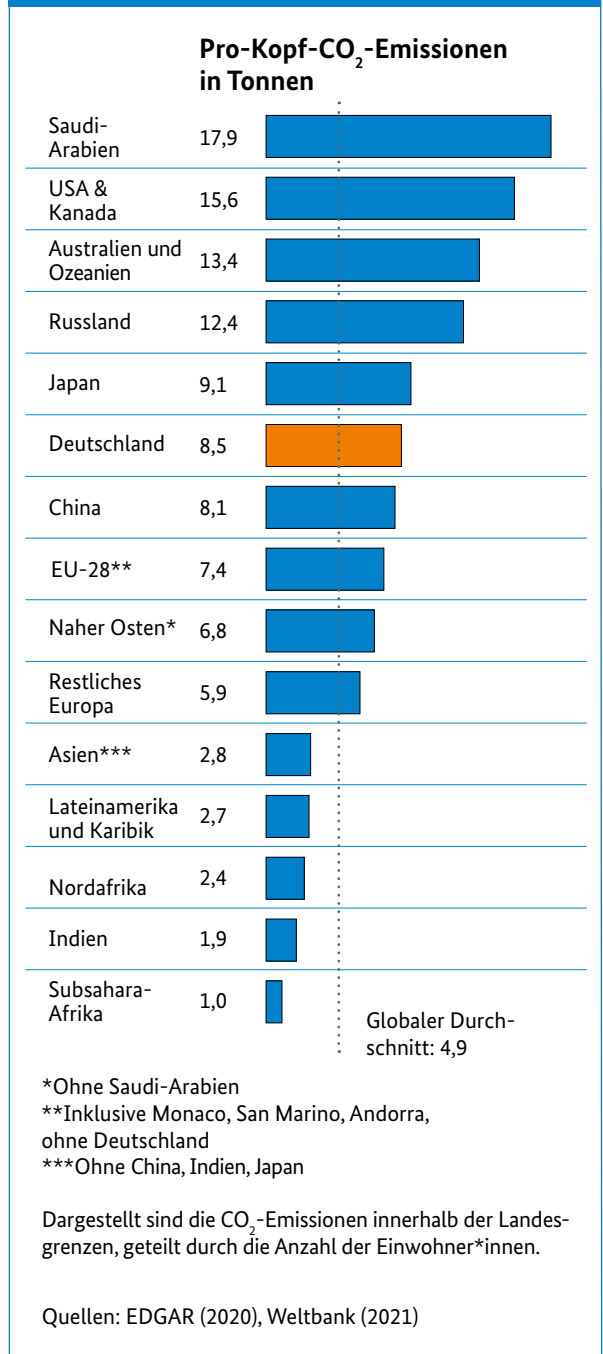
Die nötige globale Transformation hin zu Klimaneutralität kann nur gelingen, wenn alle Länder handeln.

Die erfolgreiche Umsetzung der deutschen Klimaschutzziele kann eine wichtige Signalfunktion einnehmen. Gelingt es Deutschland als wirtschaftsstarkes und wohlhabendes Land, Klimaschutz weiterhin mit ökonomischen Chancen zu verknüpfen, kann es als Vorbild für andere Länder dienen. Die Bundesregierung bemüht sich bereits, wichtige Erfahrungen mit anderen Ländern zu teilen. So tauscht sie sich im Rahmen von Energiepartnerschaften und -dialogen mit über 20 Partnerländern zu Energiewendestrategien aus. Neben Deutschland kommt auch anderen Ländern der EU eine Vorbildfunktion zu. Schweden gilt aufgrund seiner niedrigen Treibhausgasemissionen als Vorreiter und hat sich zum Ziel gesetzt, der erste fossilfreie Sozialstaat zu werden. Treibhausgasneutralität soll bis spätestens 2045 erreicht werden.

Auch die Bewältigung der globalen Corona-Pandemie verknüpft die Bundesregierung mit internationaler Unterstützung für den Klimaschutz.

Im Rahmen der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) fördert das „Corona-Response-Paket“ ausgewählte laufende Projekte und Initiativen in Entwicklungs- und Schwellenländern. Der Fokus des Maßnahmenpakets im Umfang von 68 Millionen Euro liegt dabei auf der Verbindung eines grünen wirtschaftlichen Neustarts mit der Prävention von Pandemien.¹⁹ Mehr Informationen zu Deutschlands Rolle im Rahmen der internationalen Klimafinanzierung finden sich in Kapitel 2.3.

Abbildung 07: Pro-Kopf-CO₂-Emissionen in ausgewählten Regionen (2019)





2. Klimaschutzziele und Instrumente



► Zusammenfassung

Mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz (im Folgenden Klimaschutzgesetz) hat sich Deutschland verpflichtet, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden. Nach dem Jahr 2050 sollen negative Treibhausgasemissionen erreicht werden. Für die einzelnen Sektoren sind Minderungspfade bis 2030 vorgegeben, die 2024 für die Folgejahre fortgeschrieben werden.

Die EU will ihren Treibhausgasausstoß bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 senken. Mit dem

Europäischen Grünen Deal zeigt sie auf, dass Klimaschutz auch eine Zukunftsstrategie für die Wirtschaft sein kann.

Im Dezember 2015 beschloss die internationale Staatengemeinschaft mit dem Pariser Abkommen, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 °C und möglichst auf 1,5 °C zu begrenzen. Die derzeit angekündigten Maßnahmen reichen jedoch nicht aus, um dieses Ziel zu erreichen. Die Staatengemeinschaft muss deshalb ihre Anstrengungen deutlich verstärken.

	Klimaschutzziele	Zentrale Strategien und Instrumente
Deutschland	2030: mindestens -65 % 2040: mindestens -88 % 2045: Treibhausgasneutralität	Klimaschutzgesetz, Klimaschutzplan 2050, Klimaschutzprogramm 2030
Europa	2030: mindestens -55 % 2050: Klimaneutralität	Europäisches Klimagesetz, Europäischer Grüner Deal, EU-Emissionshandel, Effort Sharing Regulation
International	Globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, möglichst auf 1,5 °C begrenzen	Pariser Klimaabkommen, national festgelegte Beiträge (NDCs), Grüner Klimafonds

2.1 Deutsche Klimaschutzpolitik

Um seiner globalen Verantwortung nachzukommen, verfolgt Deutschland ambitionierte Klimaziele. Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes im Juni 2021 hat sich Deutschland verpflichtet, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden. Dann dürfen nicht mehr klimaschädliche Emissionen ausgestoßen werden, als etwa durch Kohlenstoffsinken wie Wälder und Moore absorbiert werden können. Bis zum Jahr 2030 soll der Ausstoß an Treibhausgasen um mindestens 65 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 gesenkt werden. Für das Jahr 2040 gilt ein neues nationales Klimaschutzziel von mindestens 88 Prozent Reduktion. Abbildung 08 liefert einen Überblick über die klima- und energiepolitischen Ziele Deutschlands sowie den Stand der Zielerreichung.

Die Novelle des Klimaschutzgesetzes gibt auch für die einzelnen Sektoren höhere, rechtsverbindliche Minderungsziele bis 2030 vor. Über die Definition von Jahresemissionsmengen, die die Sektoren nicht überschreiten dürfen, ist im Klimaschutzgesetz festgelegt, welche Emissionsminderungen die einzelnen Wirtschaftsbereiche jährlich beitragen müssen (siehe dazu auch Abbildung 15 in Kapitel 3.1). Bis 2030 soll der Treibhausgasausstoß in der Energiewirtschaft um 77 Prozent, im Gebäudesektor um 68 Prozent, in der Industrie um 58 Prozent, im Verkehrssektor um 48 Prozent und in der Landwirtschaft um 36 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden. Für die Jahre 2031 bis 2040 sind sektorübergreifende jährliche Minderungsziele vorgegeben, auf deren Grundlage 2024 die jährlich zulässigen Jahresemissionsmengen für die einzelnen Sektoren in diesem Zeitraum festgelegt werden. Damit reagiert die Bundesregierung auf das Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom März 2021. Zudem wurden erstmals auch für den Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft konkrete Ziele festgelegt. In den Jahren 2030, 2040 und 2045 soll dieser Sektor eine Emissionsbilanz von minus 25, minus 35 beziehungsweise minus 40 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente erreichen. Im Jahr 2045 trägt der Sektor damit zur Netto-Treibhausgasneutralität bei (siehe Kapitel 3.8).

Das Klimaschutzgesetz stellt sicher, dass Deutschland seine Klimaziele erreicht. Grundlage ist ein kontinuierliches Monitoring, aufbauend auf den jährlichen Emissionsdaten des Umweltbundesamtes (UBA) zum Treibhausgasausstoß des Vorjahres. Neu hinzu kommt

die Prüfung der Emissionsdaten durch einen unabhängigen Expertenrat für Klimafragen (siehe auch Glossar). Überschreitet ein Sektor die jährlich zulässige Emissionsmenge, muss das zuständige Bundesministerium ein Sofortprogramm mit zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen erstellen und der Bundesregierung vorlegen. Auch diese werden durch den Expertenrat auf ihre Wirksamkeit geprüft. Eine Umverteilung von Emissionsmengen zwischen Sektoren ist im Falle einer Zielverfehlung nur dann möglich, wenn die Änderung im Einklang mit der Erreichung der Klimasziele des Klimaschutzgesetzes und mit den unionsrechtlichen Anforderungen – also insbesondere den verbindlichen Emissionsreduktionszielen im Rahmen der Effort Sharing Regulation (siehe Kapitel 2.2) – steht. Die Rolle des Expertenrats für Klimafragen wurde mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes weiter gestärkt. Erstmals im Jahr 2022 und dann alle zwei Jahre wird er dem Deutschen Bundestag und der Bundesregierung ein Gutachten vorlegen, das die bisherigen Entwicklungen der Treibhausgasemissionen, Trends bezüglich der Jahresemissionsmengen und die Wirksamkeit von Maßnahmen mit Blick auf die Zielerreichung evaluiert.

Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung Maßnahmen auf den Weg gebracht, die – im Rahmen des Klimaschutzgesetzes – dazu beitragen, dass die deutschen Klimasziele in jedem Sektor bis 2030 erreicht werden. Das Klimaschutzprogramm umfasst Maßnahmen für alle Wirtschaftszweige, darunter die Einführung einer CO₂-Bepreisung in den Sektoren Wärme und Verkehr sowie eine Vielzahl an weiteren Klimaschutzmaßnahmen für die Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Abfallwirtschaft. Dazu gehören unter anderem der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Energien, Investitionen in den öffentlichen Nahverkehr sowie die Förderung nachhaltiger Landwirtschaft und energieeffizienter Gebäude. Zentrale Vorhaben des Klimaschutzprogramms wurden bereits umgesetzt. So wurde beispielsweise im Jahr 2020 das

„Mit dem novellierten Klimaschutzgesetz schaffen wir mehr Generationengerechtigkeit, mehr Planungssicherheit und einen entschlossenen Klimaschutz, der die Wirtschaft nicht abwürgt, sondern umbaut und modernisiert.“ Svenja Schulze, Bundesumweltministerin

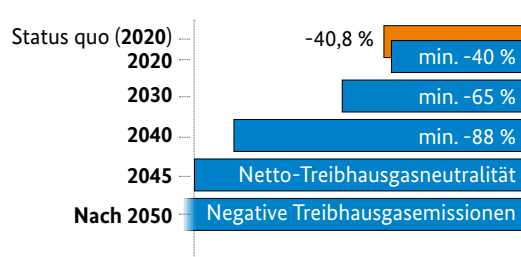
Kohleausstiegsgesetz verabschiedet, das die schrittweise Beendigung der Kohleverstromung bis spätestens 2038 regelt. Dadurch frei werdende Emissionszertifikate im Rahmen des EU-Emissionshandels werden gelöscht. Zum Kohleausstiegsgesetz gehört auch die Weiterentwicklung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes, das Anreize schafft, um Kohlekraftwerke zügig klimafreundlich umzurüsten. Dabei steht der Umstieg auf Energieträger mit einer besseren Klimabilanz wie Biomasse, Abfälle oder Erdgas im Vordergrund. Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung erzeugen gleichzeitig Strom oder mechanische Energie und nutzbare Wärme. Dadurch sind sie effizienter und stoßen weniger Treibhausgas aus.

Ein ergänzendes Sofortprogramm 2022 wird mit sektorspezifischen und sektorübergreifenden Maßnahmen zusätzliche Klimaschutzbeiträge leisten. Diese sollen mit bis zu acht Milliarden Euro in den Jahren 2022 bis 2025 finanziert werden. Ein großer Anteil der zusätzlichen Mittel ist für die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ vorgesehen.

Das nationale Emissionshandelssystem bietet einen Anreiz für den Umstieg auf klimafreundliche Alternativen in den Sektoren Verkehr und Wärme. Im Rahmen dieses Brennstoffemissionshandels, der Anfang 2021 gestartet ist, werden Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Heizöl, Erdgas, Benzin und Diesel mit einer jährlich ansteigenden CO₂-Abgabe versehen. Der Preis für ein Emissionszertifikat, das zu der Emission von einer Tonne Treibhausgasen berechtigt, beträgt zunächst 25 Euro und wird bis 2025 auf 55 Euro angehoben. Dadurch entsteht ein verlässlicher Preispfad, der es Bürger*innen sowie Unternehmen ermöglicht, sich auf die Entwicklung einzustellen und den CO₂-Fußabdruck bei Kauf- und Investitionsentscheidungen zu berücksichtigen. Im Gegenzug wurden neben vielfältigen Förderprogrammen mehrere Maßnahmen zur Entlastung der Bürger*innen verabschiedet. Beispielsweise wird die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgeschriebene EEG-Umlage beim Strompreis schrittweise gesenkt. Ab dem Jahr 2026 erfolgt die Ausgabe der Emissionszertifikate im Brennstoffemissionshandel nicht mehr nach einem Festpreis; stattdessen werden die Zertifikate innerhalb eines Preiskorridors von 55 bis 65 Euro versteigert.²⁰ Als Zertifikatehandel funktioniert das System dann nach den gleichen Grundprinzipien, wie sie im Zusammenhang mit dem Emissionshandel auf EU-Ebene in Kapitel 2.2 näher beschrieben werden.

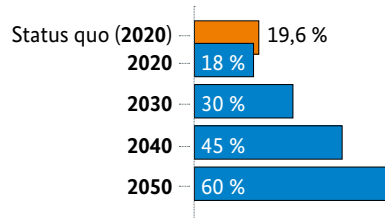
Abbildung 08: Energie- und Klimaziele der Bundesregierung

Minderung von Treibhausgasemissionen Gesamtemissionen gegenüber 1990

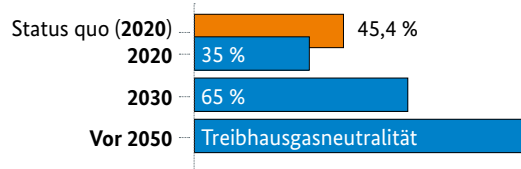


Erneuerbare Energien*

Anteil am Bruttoendenergieverbrauch

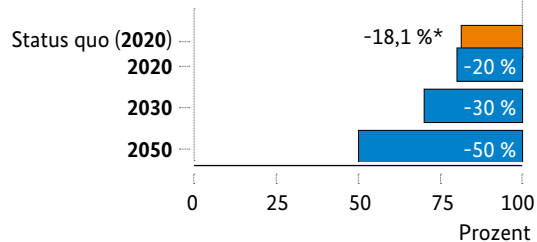


Anteil am Bruttostromverbrauch

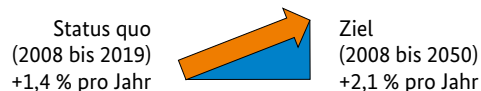


Effizienz und Verbrauch*

Primärenergieverbrauch gegenüber 2008



Steigerung der Endenergieproduktivität*



*Vor dem Hintergrund des geänderten Klimaschutzgesetzes müssen die Ziele in diesen Bereichen noch angepasst werden.

Quellen: Bundesregierung (2021), Bundesregierung (2019), Bundesregierung (2020a), BMWi (2010), BMWi (2019a)

i

Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)

Klimaschutz benötigt Maßnahmen und Finanzierungshilfen vor Ort. Die NKI ist ein wichtiges Instrument, um lokale Klimaschutzprojekte zu fördern. Seit Einführung im Jahr 2008 hat die NKI bis Ende 2020 über 30 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (brutto über die Wirkungsdauer) eingespart und mehr als 35.900 Vorhaben mit insgesamt rund 1,22 Milliarden Euro gefördert. Die Projekte decken eine große Bandbreite an Maßnahmen ab. Gemeinden und Landkreise werden beispielsweise bei der Erstellung von Klimaschutzkonzepten, der Sanierung von Außen-, Straßen- und Innenbeleuchtung und dem Ausbau der Radinfrastruktur unterstützt. Auch Unternehmen und Verbraucher*innen werden bei Kapazitätsaufbau, Erfahrungsaustausch und Qualifizierung gefördert.²¹

Im Rahmen des Corona-Konjunkturprogramms wurden die Förderbedingungen zudem erheblich verbessert. Förderquoten wurden erhöht, Eigenanteile gesenkt und die Förderbedingungen für finanzschwache Kommunen optimiert. Die verbesserten Förderbedingungen gelten bis Ende 2021.

Erneuerbare Energien und Energieeffizienz sind zentrale Säulen zur Emissionsminderung. Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch auf 30 Prozent und am Bruttostromverbrauch auf 65 Prozent zu erhöhen. Bis zum Jahr 2020 sollte ihr Anteil am Bruttoendenergieverbrauch 18 Prozent betragen (Abbildung 08). Dieses Ziel wurde mit einem Anteil von 19,6 Prozent überschritten. Die Reform des EEG sieht vor, die Stromversorgung in Deutschland noch vor dem Jahr 2050 treibhausgasneutral zu gestalten. Das im Jahr 2020 novellierte EEG enthält eine Reihe von Maßnahmen, um das Ausbauziel bis 2030 zu erreichen. Dazu gehören zum Beispiel eine erleichterte Eigenversorgung und eine finanzielle Beteiligung von Kommunen beim Ausbau der Windenergie an Land. Für die einzelnen Technologien wie Windkraft und Photovoltaik legt das Gesetz erstmals spezifische

45,4 %

Im Jahr 2020 betrug der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland 45,4 Prozent und lag damit 10,4 Prozentpunkte über der Zielvorgabe für 2020.

Entwicklungspfade fest. Im Rahmen eines jährlichen Monitorings überprüft die Bundesregierung, ob die Ausbauziele erreicht werden, und kann, falls erforderlich, nachsteuern. Im Bereich Energieeffizienz verfolgt Deutschland das Ziel, den Primärenergieverbrauch bis 2050 gegenüber dem Basisjahr 2008 zu halbieren, bis 2030 soll er um 30 Prozent sinken. Dazu hat die Bundesregierung im Jahr 2019 die Energieeffizienzstrategie 2050 verabschiedet, die auch eine Neuauflage des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz umfasst. Bis 2020 konnte der Primärenergieverbrauch gegenüber 2008 um 18,1 Prozent gesenkt werden. Damit wurde das Ziel von 20 Prozent unterschritten.

Zur Vollendung der Energiewende soll grüner Wasserstoff als Energieträger etabliert werden.

Dies sieht die nationale Wasserstoffstrategie vor. Der Schwerpunkt liegt auf Anwendungen in schwer zu dekarbonisierenden Sektoren wie der Stahl- und Chemieindustrie und dem Flug- und Seeverkehr, da dort bislang nur unzureichende Alternativen zur Verfügung stehen, um die langfristigen Klimaziele zu erreichen. In diesen Bereichen soll grüner Wasserstoff fossile Energieträger ersetzen. Wasserstoff kann zudem als Speicher erneuerbar erzeugter Energie dienen und Sektorkopplung vorantreiben. Um seinen Beitrag zur Dekarbonisierung sicherzustellen, muss die gesamte Wertschöpfungskette – von Erzeugung bis zur Verwendung – mitgedacht werden.

2.2 Europäische Klimaschutzpolitik

Klimaschutz ist ein politischer Schwerpunkt der Europäischen Union. Wichtige Fortschritte wurden während der deutschen EU-Ratspräsidentschaft im zweiten Halbjahr 2020 erzielt. So haben sich die EU-Mitgliedstaaten darauf geeinigt, den Treibhausgasausstoß der EU bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 zu senken. Einigen konnte sich der Rat auch auf ein Europäisches Klimagesetz, in dem das neue Klimaziel für 2030 und das 2019 beschlossene Ziel der Klimaneutralität bis 2050 gesetzlich verankert werden. Bis Mitte des 21. Jahrhunderts muss die EU ihre Treibhausgasemissionen verbindlich auf netto null reduzieren. Die verbleibenden Restemissionen sind dann durch Prozesse auszugleichen, die Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernen. Dazu zählen insbesondere nachhaltig bewirtschaftete Wälder und Böden.

Der 2019 von der EU-Kommission vorgestellte Europäische Grüne Deal ist ein umfassender Aktionsplan, der zeigt, dass Klimaschutz auch eine Zukunftsstrategie für die Wirtschaft sein kann (weitere Informationen siehe Schlaglicht).

Die Klimaschutzinstrumente der EU müssen nun an das neue Klimaziel angepasst werden. Hierfür hat die Kommission mit dem sogenannten „Fit-for-55-Paket“ für 2021 Legislativvorschläge zur Überarbeitung fast aller relevanten Klimadossiers vorgelegt, darunter das EU-Emissionshandelssystem (EU Emissions Trading System, EU-ETS), die EU-Klimaschutzverordnung (Effort Sharing Regulation, ESR), die Erneuerbare-Energien-Richtlinie und viele mehr.

Die Corona-Pandemie hat das Jahr 2020 geprägt. Die Mittel zur Bewältigung der Pandemie verknüpft die EU mit ambitioniertem Klimaschutz: Mindestens 30 Prozent des Gesamtbetrags des beschlossenen Haushalts und der Mittel des Corona-Wiederaufbaufonds „Next Generation EU“ sollen auch zur Umsetzung der Klimaziele eingesetzt werden. Generell dürfen keine Projekte finanziert werden, die nicht im Einklang mit den Klimazielen stehen („do no harm principle“).²² Die Mitgliedstaaten sind dazu aufgerufen, die Mittel in erneuerbare Energien, Gebäudesanierung und Energieeffizienz, nachhaltige Mobilität und weitere Modernisierungsfelder zu investieren.

Das EU-ETS bleibt das zentrale Instrument der europäischen Klimaschutzpolitik. Das EU-ETS deckt den Großteil der Emissionen im Energie- und Industriesektor sowie den innereuropäischen Luftverkehr ab. Damit werden etwa 38 Prozent der Treibhausgasemissionen der 27 Mitgliedstaaten der EU (EU-27) abgedeckt.²³ Im Rahmen des EU-ETS müssen betroffene Marktbeteiligte für jede Tonne ausgestoßenes Treibhausgas ein Emissionszertifikat einreichen. Die Menge der am Markt verfügbaren Zertifikate ist begrenzt und orientiert sich an den langfristigen Klima- und Energiezielen der EU. Das heißt, die verfügbare Menge an Emissionszertifikaten nimmt über die Zeit ab. Damit entsteht ein wirtschaftlicher Anreiz zur Emissionseinsparung. Die Zuteilung der Emissionsrechte erfolgt überwiegend in Form von Versteigerungen. Zertifikate sind zwischen den Marktteilnehmenden frei handelbar. Der Preis der Zertifikate bildet sich folglich abhängig von Angebot und Nachfrage. Dadurch können Emissionen dort vermieden werden, wo die Kosten der Vermeidung am geringsten sind. Die aktuelle vierte Handelsperiode erstreckt sich von 2021 bis 2030. Die Umsetzung wird in Deutschland von der Deutschen Emissionshandelsstelle beaufsichtigt.

Bis zur Reform des EU-ETS im Jahr 2018 war der Preis für Emissionszertifikate sehr niedrig und konnte zunächst kaum die erwünschte Wirkung erzielen, da er für die Marktbeteiligten nur einen geringen Anreiz bot, ihre Emissionen zu senken. Grund war ein erheblicher Überschuss an Emissionsrechten, der unter anderem durch die anfänglich zu großzügige Zuteilung von Zertifikaten und den Ankauf günstigerer Zertifikate aus dem Ausland entstand. Durch die Einführung einer sogenannten Marktstabilitätsreserve werden seit 2019 schrittweise überschüssige Emissionsrechte in eine Reserve überführt. Ab dem Jahr 2023 wird das zulässige Volumen dieser Reserve begrenzt, sodass alle übrigen Zertifikate dem Markt dauerhaft entzogen werden. Seit der Ankündigung der Reform hat sich der Preis für Emissionsrechte von durchschnittlich 5 Euro je Tonne CO₂ im Jahr 2017 auf rund 25 Euro zu Beginn des Jahres 2020 verfünffacht und stieg im Dezember 2020 auf über 30 Euro.²⁴ Das hat beispielsweise dazu geführt, dass moderne und emissionsarme Gas- und Dampfkraftwerke seit 2017 in vielen Fällen wieder wettbewerbsfähiger sind als emissionsintensive Steinkohlekraftwerke.

Abbildung 09: Überblick zu Klima- und Energieindikatoren in den 27 EU-Mitgliedstaaten und Großbritannien

	Treibhausgasemissionen Änderung 1990 bis 2018 (%)*	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch 2019 (%)	Endenergieverbrauch pro Kopf 2019 (Gigajoule pro Person)
EU-28**	-23 %	19 %	94
Belgien	-17 %	10 %	133
Bulgarien	-43 %	22 %	64
Dänemark	-29 %	37 %	109
Deutschland	-30 %	17 %	111
Estland	-50 %	32 %	98
Finnland	-19 %	43 %	197
Frankreich	-17 %	17 %	94
Griechenland	-9 %	20 %	63
Großbritannien	-38 %	12 %	86
Irland	14 %	12 %	107
Italien	-16 %	18 %	82
Kroatien	-25 %	28 %	74
Lettland	-54 %	41 %	93
Litauen	-57 %	25 %	86
Luxemburg	-6 %	7 %	302
Malta	-4 %	8 %	61
Niederlande	-11 %	9 %	123
Österreich	3 %	34 %	137
Polen	-13 %	12 %	81
Portugal	19 %	31 %	72
Rumänien	-53 %	24 %	54
Schweden	-25 %	56 %	135
Slowakei	-41 %	17 %	88
Slowenien	-6 %	22 %	102
Spanien	20 %	18 %	79
Tschechien	-35 %	16 %	105
Ungarn	-32 %	13 %	82
Zypern	54 %	14 %	92

*Ohne Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, mit internationalem Luftverkehr
 **27 EU-Mitgliedstaaten und Großbritannien, das im Januar 2020 aus der EU austrat
 Quellen: Europäische Kommission (2020a), Europäische Kommission (2020b), EEA (2020b)

Im Rahmen des Effort Sharing (siehe Glossar) hat jeder EU-Mitgliedstaat verbindliche Klimaziele für die Sektoren außerhalb des Emissionshandels. Dabei geht es um die Treibhausgasemissionen der Sektoren Gebäude, Verkehr, Land- und Abfallwirtschaft sowie aus kleinen Industrieanlagen. Diese Sektoren hatten im Jahr 2018 einen Anteil von 57 Prozent am gesamten Treibhausgasausstoß der EU-27. Bis 2020 galt die Effort Sharing Decision, nach der die Mitgliedstaaten zusammengekommen ihre Emissionen in diesen Sektoren bis

2020 um insgesamt 10 Prozent gegenüber 2005 reduzieren mussten. Für den Zeitraum 2021 bis 2030 sieht nun die EU-Klimaschutzverordnung eine Reduktion von insgesamt 30 Prozent vor.

Die Höhe der nationalen Beiträge der bisherigen Klimaschutzverordnung hängt maßgeblich von der Wirtschaftskraft pro Kopf ab. Verfehlt ein Mitgliedstaat sein nationales Minderungsziel bis 2020 beziehungsweise 2030, kann er ungenutzte Emissionszuweisungen

aus früheren Jahren nutzen oder diese von anderen Mitgliedstaaten kaufen, die ihre Ziele übererfüllt haben. Mit der LULUCF-Verordnung wird ab 2021 auch die Klimabilanz von Wäldern und Böden in den europäischen Klimaschutzrahmen integriert.

Vorgaben für erneuerbare Energien und Energieeffizienz sind Schlüsselinstrumente für das Erreichen der Klimaziele. Mit der Erneuerbare-Energien-Richtlinie wurde ein Rahmen geschaffen, um bis 2020 den Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch der EU auf 20 Prozent zu erhöhen. Bis 2030 soll der Anteil auf mindestens 32 Prozent gesteigert werden. Vom Ausbau der erneuerbaren Energien wird, wie vom Kohleausstieg, ein maßgeblicher Beitrag auf dem Weg zu einer klimafreundlichen Energieerzeugung erwartet. Zur Steigerung der Energieeffizienz sieht die Energieeffizienz-Richtlinie vor, den Endenergieverbrauch bis 2030 EU-weit (EU-27) auf maximal 35.420 Petajoule zu senken. 2019 lag der Endenergieverbrauch noch bei 41.198 Petajoule.²⁵ Darüber hinaus gibt es konkrete Vorgaben für verschiedene Sektoren, wie etwa für den Gebäudereich mit der Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

Die EU hat ihr Ziel, die Gesamtemissionen bis 2020 um 20 Prozent gegenüber 1990 zu senken, voraussichtlich erreicht. Der Ausstoß an Treibhausgasen ist kontinuierlich zurückgegangen und lag 2018 für die EU-27 bereits 21 Prozent unter dem Niveau von 1990 (23 Prozent bezogen auf die EU-28, siehe Abbildung 09). Allerdings überschritten nach Schätzungen auch elf Mitgliedstaaten ihre zugeteilten Emissionsmengen im Jahr 2018. Zudem nahm die Aufnahmekapazität von Kohlenstoff senken wie zum Beispiel Wäldern im Laufe des letzten Jahrzehnts allmählich ab, etwa aufgrund alternder Waldbestände, stärkeren Holzabbaus und negativer Auswirkungen des Klimawandels wie vermehrter Dürreperioden.²⁶

Die EU hat auch ihre Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien und eine höhere Energieeffizienz für 2020 voraussichtlich erreicht. Nach vorläufigen Daten deckten erneuerbare Energien im Jahr 2019 bereits 19,4 Prozent des Energieverbrauchs der EU-27 ab (18,6 Prozent bezogen auf die EU-28). Eine Mehrheit der Mitgliedstaaten hat ihre nationalen Ausbauziele für 2020 vorzeitig erreicht. Fortschritte gab es dabei insbesondere im Strom- sowie im Wärme- und Kältesektor, während der Verkehrsbereich weiter eine

Herausforderung darstellt. Eine Übersicht zum Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch liefert Abbildung 09.

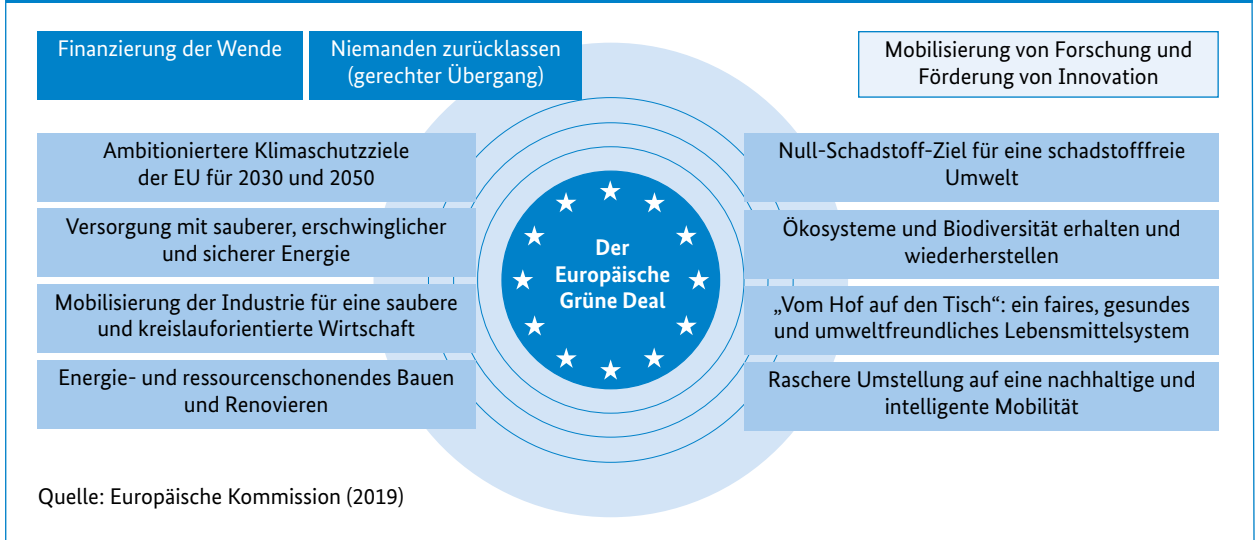
Im Jahr 2019 erfüllten nur neun Mitgliedstaaten ihre nationalen Energieeffizienzziele, insgesamt lag die Lücke zum Erreichen des für 2020 angestrebten Primärenergieverbrauchs bei 3 Prozent.²⁷ Vor dem Hintergrund der Auswirkungen der Corona-Pandemie könnte allerdings das EU-weite Ziel einer Senkung des Energieverbrauchs um 20 Prozent gegenüber dem Ausgangsszenario bis 2020 erreicht worden sein.

Um die Gesamtemissionen bis 2030 auf mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 zu senken, bedarf es zusätzlicher Anstrengungen. Einerseits hat die EU bereits das Wirtschaftswachstum vom Emissionsvolumen entkoppelt. Während die Wirtschaft zwischen 1990 und 2018 um 61 Prozent wuchs, sanken die Treibhausgasemissionen um 23 Prozent.²⁸ Andererseits müssen künftig durchschnittlich deutlich höhere jährliche Einsparungen erzielt werden als zwischen 1990 und 2018. Auf Grundlage der eingereichten Energie- und Klimapläne der Mitgliedstaaten würde die EU bis 2030 nur 41 Prozent des Emissionsausstoßes von 1990 einsparen und bliebe damit deutlich unter der angestrebten Einsparung von mindestens 55 Prozent.²⁹

Für die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft soll Wasserstoff eine wichtige Rolle einnehmen. Mit ihrer Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa setzt sich die EU zum Ziel, bis zu einer Million Tonnen Wasserstoff aus erneuerbaren Energien bis 2030 herstellen zu können. Wasserstoff soll insbesondere in den Sektoren Industrie und Verkehr eingesetzt werden. Auch will die EU eine nachhaltige industrielle Wertschöpfungskette aufbauen. Die Förderung von Investitionen in nachhaltige Wasserstofftechnologien ist auch eine Priorität des Corona-Wiederaufbauplans „Next Generation EU“.

Die Europäische Klimaschutzinitiative unterstützt lokale Projekte für ambitionierten Klimaschutz. Seit Einführung im Jahr 2017 wurden durch die Initiative des BMU insgesamt 128 Projekte finanziert. Die Vorhaben engagieren sich beispielsweise für klimafreundliche und lebenswerte Städte, einen sozialverträglichen Strukturwandel in Kohleregionen und praktische Energieeffizienzbemühungen an europäischen Schulen.

Abbildung 10: Hauptelemente des Europäischen Grünen Deals



SCHLAGLICHT 2021: Der Europäische Grüne Deal

Der Europäische Grüne Deal (European Green Deal, EGD) ist eine umfassende Transformationsstrategie, die den Übergang in eine klimaneutrale EU ermöglichen soll. Dabei wird die Umgestaltung der Wirtschaft eng mit Klima-, Umwelt- und Biodiversitätsschutz verknüpft und der Fokus auf ressourcenschonendes Wachstum gelegt. Die Maßnahmen des EGD sind vielseitig und reichen von den Bereichen Mobilität und Industrie bis hin zu Vorgaben in der Energie-, Agrar-, Gebäude und Verbraucherschutzpolitik (siehe Abbildung 10).

- Im **Energiebereich** liegt der Fokus auf einer Steigerung der Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energiequellen bei gleichzeitig sicherer und erschwinglicher Energieversorgung sowie der Schaffung eines vollständig integrierten, vernetzten und digitalisierten europäischen Energiemarktes.
- Im **Gebäudesektor** strebt die EU mit einer Renovierungswelle an, die Sanierungsrate bis 2030 mindestens zu verdoppeln. Durch energetische Sanierung privater und öffentlicher Gebäude werden gleichzeitig neue Arbeitsplätze im Baugewerbe geschaffen und Energiearmut reduziert.
- Im **Verkehrssektor** sollen die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 90 Prozent sinken. Bis 2030 sollen laut der Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität beispielsweise 30 Millionen Personen-

kraftwagen (Pkw) emissionsfrei sein. Außerdem sollen Güter vermehrt auf der Schiene oder per Schiff befördert werden.

- Im **Bereich der Industrie** verfolgt der Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft das Ziel, den Materialverbrauch zu reduzieren, Wiederverwendung und Recycling von Produkten zu steigern und Abfall zu vermeiden. Die Rolle der Verbraucher*innen soll mit einem „Recht auf Reparatur“ gestärkt werden.
- Die „Vom Hof auf den Tisch“-Strategie unterstützt Verbraucher*innen darin, eine gesunde und **nachhaltige Ernährung** zu wählen und weniger Lebensmittel zu verschwenden. Dazu sollen Informationen wie Nährstoffwerte, Ursprungsort und ökologischer Fußabdruck zugänglicher gemacht werden. Außerdem sollen Landwirt*innen eine bessere Stellung in der Wertschöpfungskette erhalten.
- Die **Biodiversitätsstrategie 2030** soll den Mitgliedstaaten dabei helfen, den Zustand geschädigter Ökosysteme zu verbessern, und schlägt konkrete Schritte vor, um mindestens 30 Prozent der europäischen Ländereien und Seen in Schutzgebiete umzuwandeln.

Die EU hat zudem einen Mechanismus für einen gerechten Übergang für die am stärksten betroffenen Regionen eingerichtet. Finanzielle Unterstützung erfolgt dabei über den neuen Fonds für einen gerechten Übergang, die Mobilisierung von Investitionen im Rahmen des InvestEU-Programms sowie durch Darlehen der Europäischen Investitionsbank zum Anreiz von Investitionen.³⁰

2.3 Internationale Klimaschutzpolitik

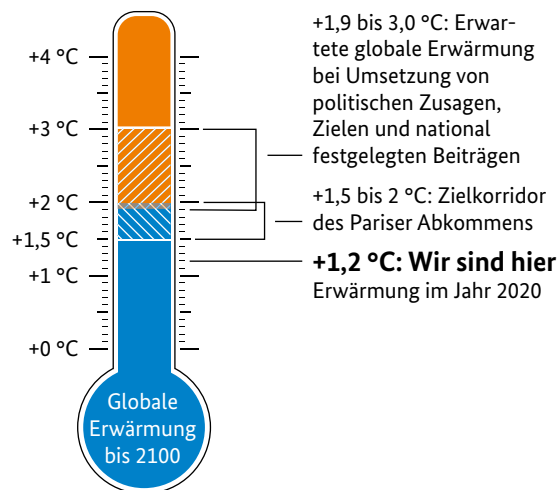
Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen bildet den Rahmen für internationale Klimapolitik. Die Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) wurde 1992 in Rio de Janeiro ins Leben gerufen und ist mittlerweile von 197 Staaten und Vertragsparteien, darunter die EU, ratifiziert. Ihr Ziel ist es eine gefährliche anthropogene – also eine vom Menschen verursachte – Störung des Klimasystems zu verhindern. Hierfür finden seit 1995 jährliche Konferenzen, die sogenannten „Conferences of the Parties“ oder „Weltklimakonferenzen“, statt.

Im Kyoto-Protokoll wurden erstmals völkerrechtlich verbindliche Ziele zur Treibhausgasminderung für die Industrieländer vereinbart. Das 1997 beschlossene Zusatzprotokoll zur Klimarahmenkonvention trat im Februar 2005 in Kraft. In Phase I verpflichtete sich Deutschland, seine Treibhausgasemissionen bis 2012 um 21 Prozent gegenüber 1990 zu verringern. Viele Schwellenländer wie Indien und China mussten im Rahmen des Kyoto-Protokolls allerdings keine völkerrechtlich verbindlichen Emissionsreduktionsziele angeben. Auf der Weltklimakonferenz in Doha 2012 einigten sich 144 Länder auf die Fortführung des Abkommens in einer zweiten Phase. Die in einem Vertragszusatz vereinbarten Klimaziele erlangten allerdings erst Ende 2020 verbindlichen Charakter, nachdem die erforderliche Anzahl von Vertragsstaaten den Zusatz ratifiziert hatte. Deutschland verfolgte daher freiwillig das Ziel, seine Emissionen bis 2020 um 40 Prozent gegenüber 1990 zu senken.

Mit dem Pariser Abkommen hat sich die internationale Gemeinschaft verpflichtet, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen. Von den Vertragsparteien sind darüber hinaus Anstrengungen zu unternehmen, um den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur bis Ende des Jahrhunderts auf maximal 1,5 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Das Pariser Abkommen wurde auf der 21. Weltklimakonferenz der Klimarahmenkonvention im Dezember 2015 beschlossen und trat ein Jahr später in Kraft. Unterzeichnet wurde das Übereinkommen von 195 Staaten und der EU, 190 Parteien haben es ratifiziert. Für die Vereinigten Staaten hat Präsident Biden den Wiederbeitritt eingeleitet, nachdem die voraus-

Abbildung 11: Ambitionsücke zwischen Pariser Abkommen und aktuellen NDCs

Temperaturänderung gegenüber vorindustriellem Durchschnitt



Quellen: Climate Analytics, NewClimate Institute (2021)

gegangene Regierung das Abkommen verlassen hatte. Über die Industriestaaten hinaus haben im Rahmen des Abkommens erstmals alle unterzeichnenden Staaten zugesichert, einen Beitrag zu den globalen Klimazielen zu leisten. Anders als das Kyoto-Protokoll definiert das Pariser Abkommen keine Ziele zur Emissionsminderung für die einzelnen Vertragsstaaten. Dagegen hat das Übereinkommen alle Vertragsparteien verpflichtet, bis zum Jahr 2020 eigenständig nationale Ziele und Maßnahmen (Nationally Determined Contributions, NDCs) zur Treibhausgasminderung vorzulegen. Alle 190 Vertragsparteien, die das Abkommen ratifiziert haben, haben ihr erstes NDC eingereicht. Der Ambitionsmechanismus des Pariser Abkommens sieht vor, dass die NDCs ab 2020 alle fünf Jahre aktualisiert werden. Die neuen NDCs sollen dabei ambitionierter als die vorangegangenen sein. Daher bilden die NDCs das Herzstück für die Umsetzung des Pariser Abkommens. Sie spiegeln die Ambitionen der Vertragsstaaten wider, die zusammengenommen schrittweise dem globalen Ziel des Abkommens näherkommen müssen.

Die ersten Vertragsparteien haben bereits ihr zweites, überarbeitetes NDC eingereicht, darunter auch die EU

während der deutschen EU-Ratspräsidentschaft im Jahr 2020. Darin verpflichtet sich die EU, ihre Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent statt wie vorher geplant um 40 Prozent gegenüber 1990 zu senken (siehe auch Abschnitt 2.2 Europäische Klimapolitik). Zum fünften Jahrestag des Pariser Abkommens haben 44 weitere Staaten beim Climate Ambition Summit ehrgeizigere Ziele zur Emissionsminderung bis 2030 und entsprechend überarbeitete NDCs angekündigt. Im Pariser Abkommen haben sich die Vertragsparteien zudem darauf geeinigt, im Jahr 2020 Langfriststrategien für den Klimaschutz vorzulegen. Diese sollen sicherstellen, dass sich politische Entscheidungen an langfristigen Klimazielen orientieren. Mit dem Ziel der Klimaneutralität bis 2050 hat die EU im März 2021 ihre Langfriststrategie vorgelegt. Damit hat sie international ein wichtiges Zeichen gesetzt. In der Folge haben sich weitere große Volkswirtschaften ebenfalls zum Ziel gesetzt, bis 2050 klimaneutral zu werden, darunter Japan, Südkorea, Kanada und Großbritannien. China hat sich zur Klimaneutralität bis 2060 bekannt. Über die Konferenzen der UNFCCC hinaus ist Klimaschutz auch ein wiederkehrendes Thema und Schwerpunkt internationaler Dialogforen, etwa im Rahmen der Gruppe der Zwanzig (G20) oder des Petersberger Klimadialogs.

Die Staatengemeinschaft muss ihre Anstrengungen deutlich verstärken, um das Ziel des Pariser Abkommens zu erreichen. Trotz eines vorübergehenden Rückgangs klimaschädlicher Emissionen im Zuge der Corona-Pandemie befindet sich die Welt weiterhin auf einem Pfad zu einer globalen Erwärmung von über 3 °C und ist damit noch weit entfernt vom Ziel des Pariser Abkommens. Daher müssen die Treibhausgasemissionen noch deutlich stärker gesenkt werden, als dies von den bisher bekannten Maßnahmen erwartet wird (Abbildung 11). Besonderes Einsparpotenzial liegt in der klimafreundlichen Ausgestaltung der Konjunkturmaßnahmen nach der Corona-Pandemie. Damit könnte der für 2030 erwartete Emissionsausstoß weltweit um 25 Prozent gesenkt werden – und die Welt käme wieder nah an den notwendigen Pfad, der eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 2 °C ermöglichen würde.³¹

Für die Umsetzung des Pariser Abkommens spielt die Klimafinanzierung eine zentrale Rolle. Die Industrieländer haben zugesagt, von 2020 bis 2025 jährlich 100 Milliarden US-Dollar für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in Entwicklungs- und

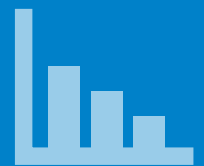
Schwellenländern aus öffentlichen und privaten Quellen zu mobilisieren. Insgesamt stellte Deutschland 2019 über 7,5 Milliarden Euro für die Klimafinanzierung bereit. Davon wurden mehr als 3,2 Milliarden Euro von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und der Deutschen Entwicklungsgesellschaft zur Verfügung gestellt, wobei 770 Millionen Euro aus der Mobilisierung privater Mittel zur Klimafinanzierung stammten. Die verbleibenden mehr als 4,3 Milliarden Euro wurden aus dem Bundeshaushalt finanziert. Damit hat die Bundesregierung ihre Klimafinanzierung aus Haushaltsmitteln zwischen 2005 und 2019 verneunfacht.³² Die Mittel werden für die Finanzierung zum Beispiel der Globalen Umweltfazilität, des Grünen Klimafonds sowie des Anpassungsfonds verwendet.

Über die IKI fördert das BMU außerdem gezielt Projekte in Entwicklungs- und Schwellenländern. Die Initiative unterstützt Projekte zur Senkung von Treibhausgasemissionen, zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, zum Erhalt natürlicher Kohlenstoffsenken sowie zum Schutz der biologischen Vielfalt. Zwischen 2008 und 2019 hat die IKI über 730 Projekte und Programme in mehr als 60 Ländern mit einem Fördervolumen von insgesamt 3,9 Milliarden Euro unterstützt.³³ Zusätzlich engagiert sich Deutschland für internationale Initiativen wie den Mechanismus „Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation“ oder die Bonn Challenge sowie Initiativen zur Aufforstung und Wiederherstellung von Waldökosystemen.

Die Bundesregierung ist Mitglied der globalen NDC-Partnerschaft. In diesem Rahmen unterstützt sie Entwicklungs- und Schwellenländer, ihre NDCs umzusetzen und zu aktualisieren. Seit Bestehen der Partnerschaft haben das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) und das BMU Zuschüsse im Umfang von etwa 500 Millionen Euro bereitgestellt.³⁴ Das neue Instrument des Climate Action Enhancement Package zur Unterstützung bei der Überarbeitung der NDCs wird mit knapp 17 Millionen Euro unterstützt. Zudem finanzieren sowohl das BMZ als auch das BMU große Mehrländervorhaben zur NDC-Umsetzung, die sich im Rahmen der NDC-Partnerschaft flexibel nach dem Unterstützungsbedarf der Partnerländer richten können.

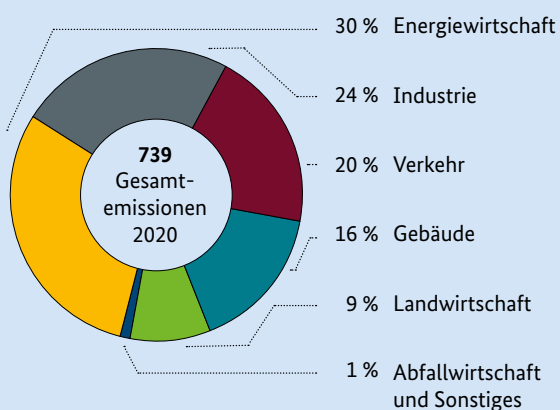


3. Emissionstrends und Handlungsfelder in den Sektoren



► Zusammenfassung

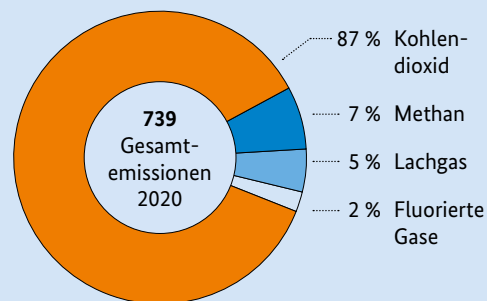
Abbildung 12: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren (2020)



Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente

Quelle: UBA (2021a)

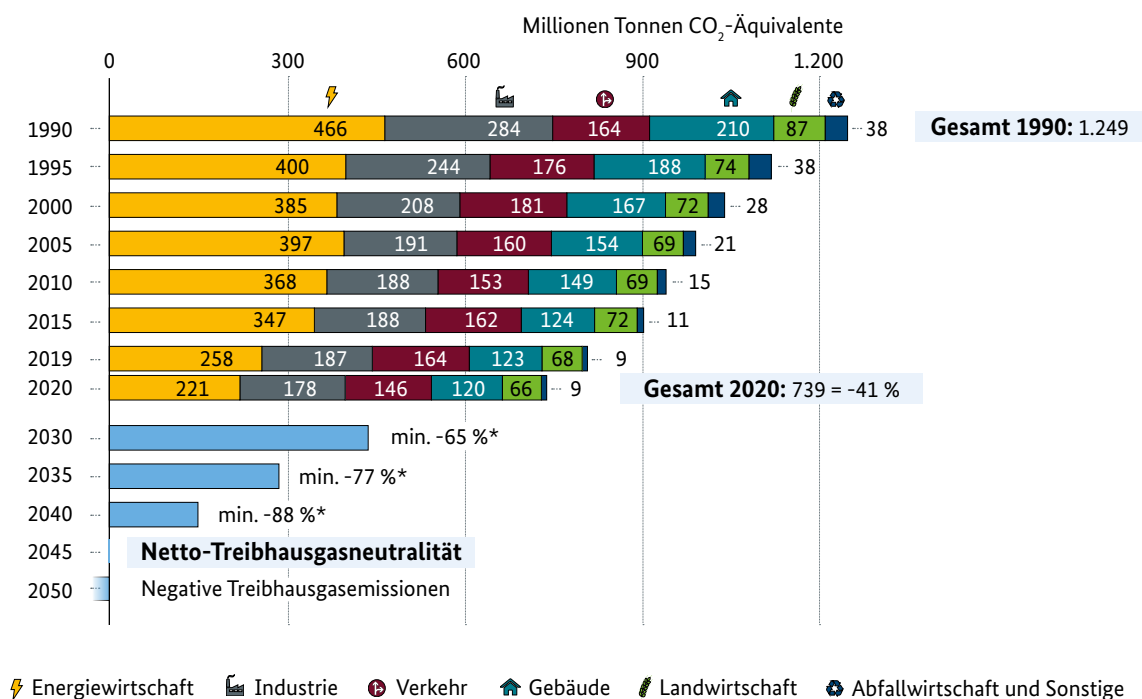
Abbildung 13: Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Treibhausgasen (2020)



Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente
Quelle: UBA (2021a)

In Deutschland wurden im Jahr 2020 rund 739 Millionen Tonnen Treibhausgase freigesetzt. Das sind etwa 70 Millionen Tonnen oder 8,7 Prozent weniger als 2019. Damit setzt sich der positive Trend der Vorjahre fort.

Abbildung 14: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren (ohne LULUCF)



*Minderungsziele gegenüber 1990

Quelle: UBA (2021a)

3.1 Emissionen in Deutschland – gestern, heute und morgen

Die Treibhausgasemissionen sind in Deutschland von 1990 bis 2020 um 40,8 Prozent gesunken (von 1990 bis 2019: -35,1 Prozent). Die absoluten Emissionen Deutschlands haben sich von 1.249 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 1990 auf rund 739 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2020 verringert (Abbildung 14).

Der langfristige Rückgang der Emissionen ist auf einen Erfolg der klima- und energiepolitischen Maßnahmen der Bundesregierung und der Europäischen Union zurückzuführen. Der jährliche Treibhausgasausstoß unterliegt zudem witterungsbedingten und konjunkturellen Schwankungen. Witterungsbedingte Schwankungen führen vor allem zu einem von Jahr zu Jahr unterschiedlich hohen Heizbedarf. Konjunkturell bedingte Rückgänge der Treibhausgasemissionen waren zum Beispiel

infolge des wirtschaftlichen Umbruchs in den neuen Bundesländern zu Beginn der 1990er Jahre, während der Finanz- und Wirtschaftskrise 2009 und zuletzt infolge der Auswirkungen der Corona-Pandemie zu beobachten.

Im Jahr 2020 gingen die Emissionen erneut deutlich zurück. Gegenüber dem Vorjahr sanken die Treibhausgasemissionen um 8,7 Prozent, was rund 70 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente entspricht. Der Rückgang der Emissionen im Jahr 2020 ist auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen. Einen bedeutenden Anteil hatten die gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Auswirkungen der Corona-Pandemie. So sank etwa der Energieverbrauch auf ein historisches Tief und lag acht Prozent unter dem Wert des Vorjahres.³⁵ Die rückläufige Emissionsentwicklung im Jahr 2020 lag aber nicht nur an der Corona-Pandemie. Wichtige Beiträge lieferte etwa die Energiewirtschaft. Hier kam es zu einem deutlichen Rückgang der Kohleverstromung und einem weiteren Anstieg der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Quellen.

Im Klimaschutzgesetz sind ab dem Jahr 2020 jährliche Minderungsziele durch die Vorgabe von Jahresemissionsmengen für die Sektoren festgelegt. Die Emissionen der Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Abfall- und Kreislaufwirtschaft lagen im Rahmen der zulässigen Jahresemissionsmengen für das Jahr 2020. Insbesondere die Energiewirtschaft blieb deutlich – um knapp 60 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente – unter der für den Sektor zulässigen Jahresemissionsmenge. Um 2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente überschritten wurde der Zielwert dagegen im Gebäudebereich (Abbildung 15).

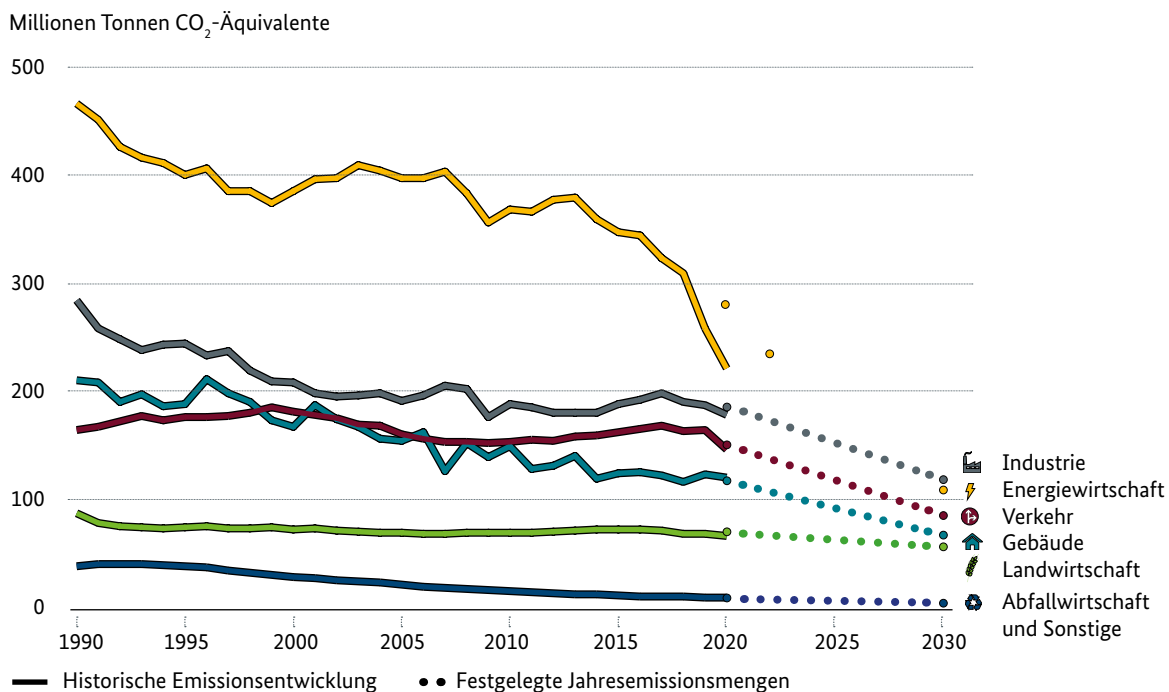
Der Expertenrat für Klimafragen hat die vom Umweltbundesamt ermittelten Emissionsdaten geprüft, wie es im Mechanismus des Klimaschutzgesetzes vorgesehen ist (siehe dazu auch Kapitel 2.1). Der Rat schätzt die Daten und die komplexe Methodik zu ihrer Ermittlung als konsistent ein. Damit wurde auch die ermittelte Überschreitung der Jahresemissionsmenge des Gebäudebereichs bestätigt. Für diesen Sektor erarbeitet das zuständige Bundesministerium nun ein Sofortprogramm,

um die Einhaltung der Jahresemissionsmengen für die folgenden Jahre sicherzustellen.

Der Bericht des Expertenrats enthält neben der Prüfung und Bewertung der Emissionsdaten auch weiterführende Betrachtungen und Vorschläge, etwa zu den deutschen Minderungszielen im Kontext der europäischen Zielverschärfung und Sondereffekten im Jahr 2020. Basierend auf einer Dekompositionsanalyse stellt der Expertenrat fest, dass mehr als die Hälfte der Emissionsreduktion im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr dem Faktor einer verringerten Wirtschaftsleistung zugeschrieben werden kann.³⁶

Die Treibhausgasemissionen werden in dieser Broschüre nach dem **Quellprinzip** dargestellt. Emissionen werden dabei dem Sektor angerechnet, in dem sie ursprünglich anfallen. Beispielsweise werden der Energiewirtschaft sämtliche Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Fernwärmeproduktion zugerechnet, auch wenn der Strom oder die Wärme etwa im Gebäudebereich genutzt wird.

Abbildung 15: Entwicklung der Treibhausgasemissionen und beschlossene zulässige Jahresemissionsmengen nach Sektoren bis 2030



Eine Übersicht mit detaillierten Werten je Sektor und Jahr befindet sich im Datenanhang.

Quellen: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

3.2 Energiewirtschaft

Emissionsentwicklung

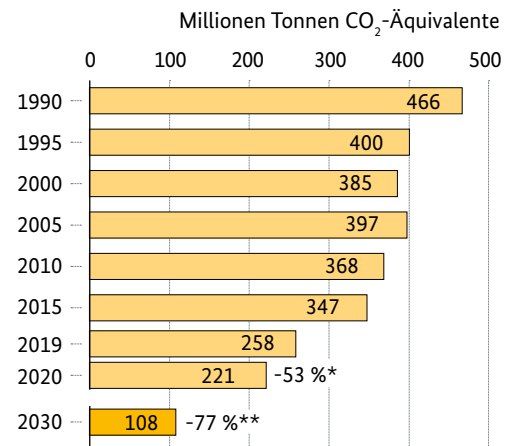
Die Energiewirtschaft ist mit 30 Prozent für den größten Anteil der Emissionen in Deutschland verantwortlich. Im Jahr 2020 betrug ihr Treibhausgasausstoß 221 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Gegenüber dem Niveau von 1990 entspricht das einer Reduktion um 53 Prozent (Abbildung 16).

Die Emissionen aus der Energiewirtschaft entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger in Kraftwerken der öffentlichen Versorgung zur Bereitstellung von Strom und Wärme (Abbildung 17). Zudem werden der Energiewirtschaft Emissionen zugerechnet, die in Raffinerien und im Pipelinetransport fossiler Energieträger anfallen, sowie sogenannte diffuse Emissionen. Diese entstehen zum Beispiel durch die Freisetzung von Grubengas aus stillgelegten Bergwerken.

Der Treibhausgasausstoß der Energiewirtschaft ging im Jahr 2020 stark zurück. Im Vergleich zum Vorjahr sanken die Emissionen des Sektors um 38 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente; das entspricht einer Reduktion um 15 Prozent. Den größten Effekt hatte ein deutlicher Rückgang der Energienachfrage infolge der Corona-Pandemie. Der Bruttostromverbrauch sank gegenüber dem Vorjahr um vier Prozent auf 552 Terawattstunden, den niedrigsten Stand seit 1997. Zudem setzte sich der positive Trend der emissionsärmeren Stromerzeugung fort. So wurde auch im Jahr 2020 mehr Strom aus erneuerbaren Energien und Erdgas erzeugt und gleichzeitig wurden weniger Braun- und Steinkohlekraftwerke eingesetzt. Grund hierfür sind mehrere ineinandergreifende Faktoren. Neben dem geringen Strombedarf war diese Entwicklung auch auf den nach wie vor geringen Gaspreis, höhere Preise im EU-Emissionshandel, rückläufige Stromexporte und günstige Bedingungen für Wind- und Sonnenenergie zurückzuführen.

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen hat seit 1990 stark zugenommen (Abbildung 18). Einen besonders starken Zubau der Photovoltaik gab es zwischen den Jahren 2010 und 2012. Die installierten Kapazitäten von Windenergie an Land stiegen zwischen 2014 und 2017 am stärksten. Auch die Windenergie auf See konnte in den letzten Jahren deutliche Zuwächse verzeichnen.

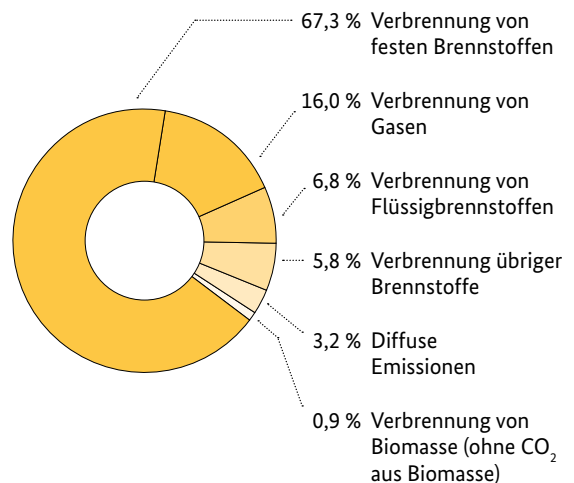
Abbildung 16: Emissionsentwicklung Energiewirtschaft



*Schätzung **Minderungsziel gegenüber 1990

Quelle: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

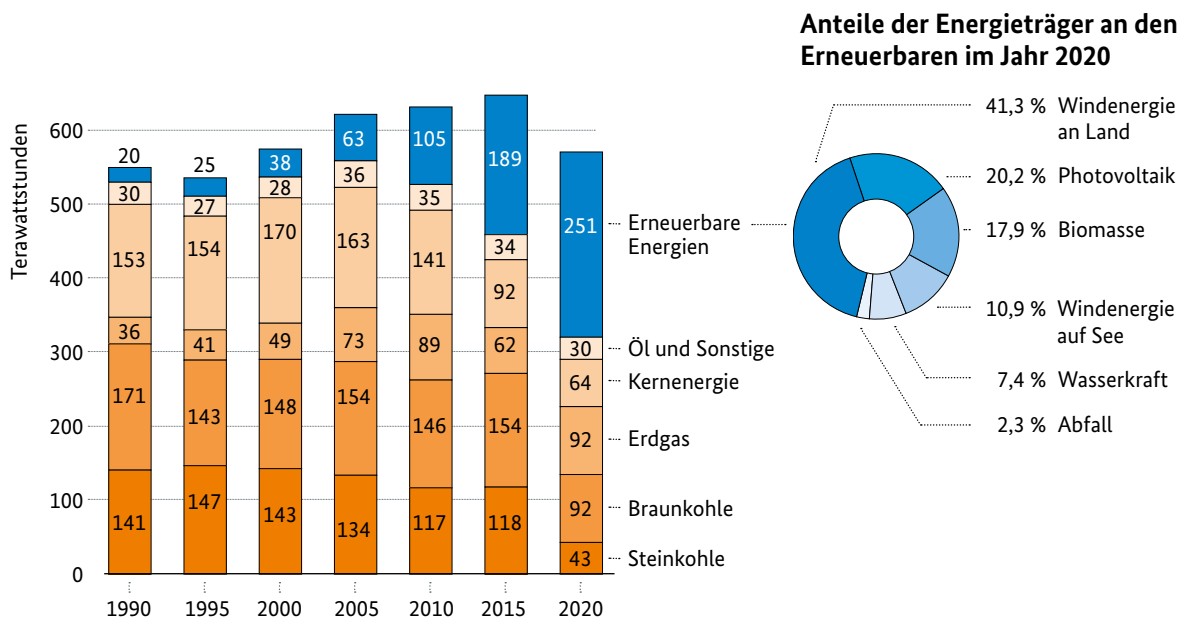
Abbildung 17: Emissionsquellen Energiewirtschaft ohne CO₂ aus Biomasse (2019)



Quelle: UBA (2021a)

Im Jahr 2020 lieferten erneuerbare Energien mit 251 Terawattstunden erstmals mehr Strom als die fossilen Energieträger Erdgas, Öl, Braun- und Steinkohle zusammen (rund 230 Terawattstunden). Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch stieg, auch aufgrund der gesunkenen Nachfrage, damit auf einen neuen Höchstwert von 45,4 Prozent.

Abbildung 18: Entwicklung der Bruttostromerzeugung nach Energieträgern



Quelle: BMWi (2021a)

Windenergie an Land lieferte im Jahr 2020 erstmals den größten Beitrag aller Technologien zur Stromerzeugung und löste damit Braunkohle ab. Windenergie an Land und auf See machten gemeinsam mehr als die Hälfte des erneuerbaren Stroms und 23 Prozent der Stromerzeugung insgesamt aus. Photovoltaik und Biomasse trugen mit Anteilen von 9 und 8 Prozent zur Stromerzeugung bei.

Die Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohle hat sich in den vergangenen fünf Jahren halbiert. Während Kohlekraftwerke im Jahr 2015 noch 272 Terawattstunden Strom bereitstellten, waren es 2020 nur rund 135 Terawattstunden. Dabei war der Rückgang von 2015 bis 2020 mit minus 41 Prozent (93 Terawattstunden) besonders stark. Die Stromerzeugung aus Steinkohle verringerte sich allein im Jahr 2020 um mehr als ein Viertel, bei Braunkohle war es etwa ein Fünftel. Neben der zunehmenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist dies auch auf den wachsenden wirtschaftlichen Druck

durch ansteigende Zertifikatspreise im EU-Emissionshandel und anhaltend geringe Gaspreise zurückzuführen.

So hat die Bedeutung von Erdgas in den letzten Jahren zugenommen. Seit dem Jahr 2014 ist die Stromerzeugung aus Erdgas um 52 Prozent gestiegen. Erdgas dient als Brückentechnologie bei der Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien. Im Vergleich zu Kohle- und Kernkraftwerken sind Gaskraftwerke deutlich flexibler einsetzbar und daher gut geeignet, um als Übergangstechnologie die natürlichen Schwankungen in der Stromerzeugung erneuerbarer Energien auszugleichen. Die Nutzung von Erdgas zur Stromerzeugung verursacht im Vergleich zu den anderen fossilen Energieträgern Braunkohle, Steinkohle und Öl zudem geringere Treibhausgasemissionen.

Der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung sinkt seit den 2000er Jahren. Nachdem der Ausstieg aus der Kernenergie im Jahr 2000 eingeleitet und 2011 endgültig beschlossen wurde, werden die deutschen Kernkraftwerke nach und nach vom Netz genommen. Die Stromerzeugung aus Kernkraft lag im Jahr 2020 etwa 14 Prozent unter dem Niveau des Vorjahres. Der Rückgang ist auf die Abschaltung des Kernkraftwerks

-53 %

Die Emissionen der Energiewirtschaft sanken von 1990 bis 2020 um 53 Prozent.

Philippsburg 2 Ende 2019 zurückzuführen. Von den übrigen sechs deutschen Kernreaktoren werden drei Blöcke bis Ende 2021 und die letzten drei Blöcke bis Ende 2022 vom Netz gehen.

Handlungsfelder und Maßnahmen

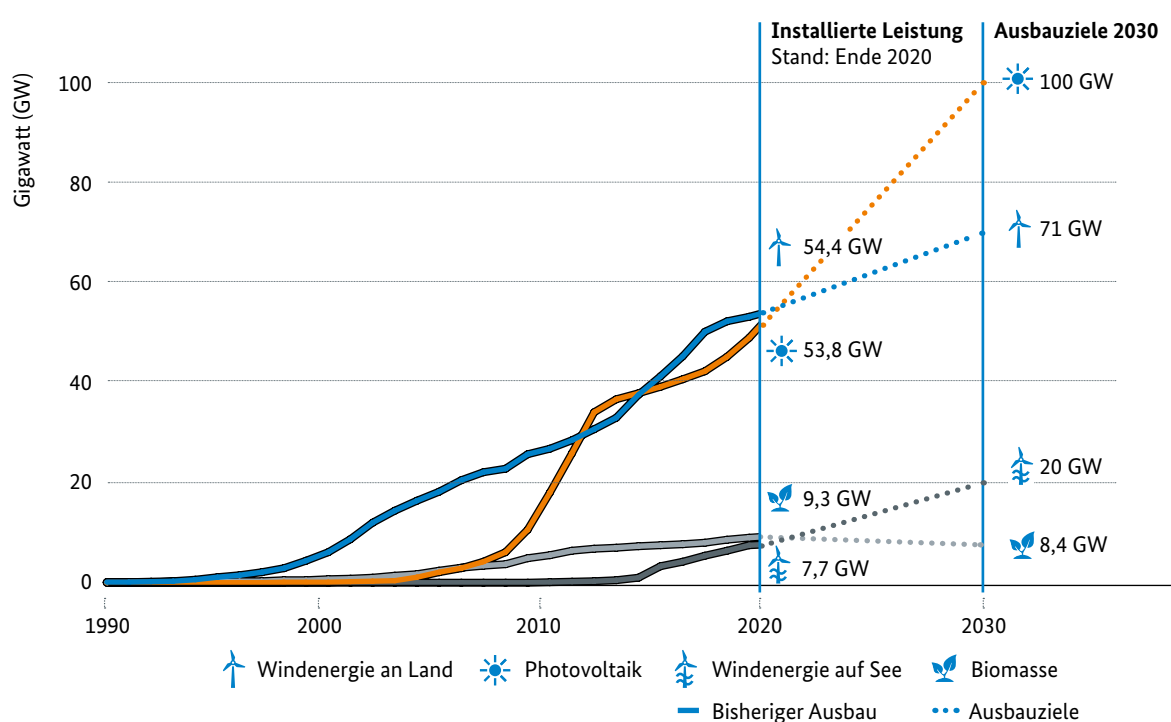
Für das Ziel der Treibhausgasneutralität gilt es, gerade die Energieversorgung frühzeitig und vollständig zu dekarbonisieren. So wurde mit dem EEG 2021 beschlossen, dass noch vor dem Jahr 2050 und somit im Laufe der 2040er Jahre der gesamte Strom in Deutschland treibhausgasneutral erzeugt werden soll. Mit der Novellierung des Klimaschutzgesetzes soll Treibhausgasneutralität bereits 2045 erreicht werden. Die vollständige Dekarbonisierung des Strombereichs wird dafür früher abgeschlossen werden müssen, um die wachsende Stromnachfrage in den anderen Sektoren möglichst klimafreundlich zu bedienen.

Als Zwischenziel sollen die Treibhausgasemissionen des gesamten Energiesektors bis 2030 auf 108 Millionen

Tonnen CO₂-Äquivalente sinken. Allerdings ist mit der Klimazielerhöhung auf EU-Ebene und der Novellierung des Klimaschutzgesetzes auch klar, dass die bisherigen Ausbauziele für die erneuerbaren Energien nicht ausreichen werden. Da die neuen Klimaziele eine noch schnellere Dekarbonisierung des Energiesektors erfordern und durch beschleunigte Sektorkopplung auch zu einem insgesamt höheren Strombedarf führen, müssen auch die Ausbaumengen von Wind- und Solarenergie damit konsistent sein. Die Bundesregierung wird im Lichte der ausstehenden Beschlüsse auf EU-Ebene zur Umsetzung des Green Deal in der nächsten Legislaturperiode die Ausbaupfade für die erneuerbaren Energien entsprechend anpassen. Weitere zentrale Handlungsfelder sind eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz sowie der Ausstieg aus der Verstromung von Kohle und perspektivisch auch von Erdgas. Zusätzlich muss das Energieversorgungssystem modernisiert werden. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Ausbau der Stromnetze zu.

Das zentrale Handlungsfeld der Energiewirtschaft ist ein zielstrebigter Ausbau der erneuerbaren Energien. Sie bilden die Basis eines treibhausgasneutralen

Abbildung 19: Bisheriger und bisher geplanter Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland



Quellen: BMWi (2021b), Bundesregierung (2020a), Bundesregierung (2020b)

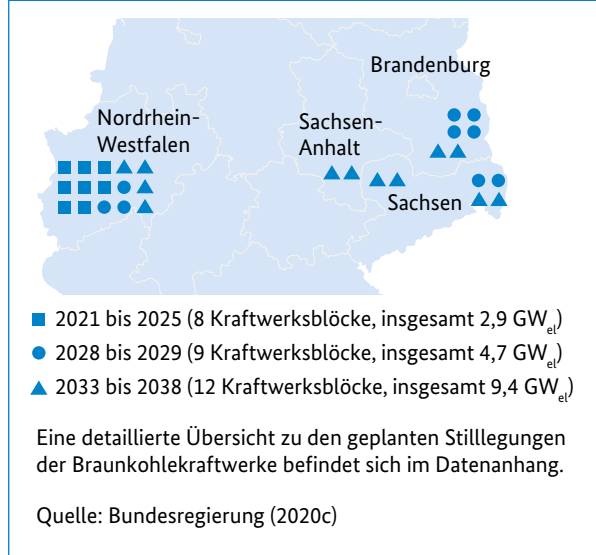
Energiesystems. Strom aus erneuerbaren Energien wird perspektivisch über die Energiewirtschaft hinaus zum wichtigsten Energieträger der gesamten Energieversorgung werden. Die größten Beiträge werden dabei Wind- und Sonnenenergie liefern.

Bis zum Jahr 2030 soll nach der bisherigen Planung der Bundesregierung der Anteil erneuerbarer Energien auf 65 Prozent des Bruttostromverbrauchs steigen. Um dies zu erreichen, hat die Bundesregierung Ausbaupfade für die einzelnen Technologien definiert (Abbildung 19). Die installierte Leistung von Solaranlagen (Photovoltaik) soll bis 2030 auf 100 Gigawatt anwachsen. Für Windenergieanlagen an Land ist eine Steigerung auf 71 Gigawatt vorgesehen. Die installierte Leistung von Windenergie auf See soll auf 20 Gigawatt erhöht werden, während Biomasseanlagen auf einem Niveau von 8,4 Gigawatt fortbestehen sollen. Als Sofortmaßnahme zum EEG 2021 wurden zudem die Ausschreibungsmengen für das Jahr 2022 bei Wind an Land um 1,1 Gigawatt auf 4 Gigawatt und bei Photovoltaik um 4,1 Gigawatt auf 6 Gigawatt angehoben.

Um die neuen Klimaziele zu erreichen, muss der Ausbau der erneuerbaren Energien weiter gestärkt werden. Die hohen Stromerzeugungsmengen der vergangenen wind- und sonnenreichen Jahre verdecken die Tatsache, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien ins Stocken geraten ist. Besonders die Windenergie an Land steht vor Herausforderungen. Ihr Ausbau ist unter anderem durch eine eingeschränkte Flächenkulisse, Akzeptanzprobleme sowie langwierige Genehmigungsverfahren und Klagen seit 2018 stark zurückgegangen. Im letzten Jahr wurde die Möglichkeit der finanziellen Teilhabe für betroffene Gemeinden eingeführt und weiter ausgebaut, um die Akzeptanz zu stärken. Im Rahmen eines Bund-Länder-Kooperationsausschusses wird die Frage der hinreichend verfügbaren Flächen betrachtet. Im Jahr 2020 verbesserte sich die Situation bei der Windenergie an Land mit einem Netto-Zubau von etwa 1,2 Gigawatt im Vergleich zum Vorjahr (0,9 Gigawatt) bereits. Der Zubau liegt damit aber weiterhin deutlich hinter den Mengen der Vorjahre.

Auch der Ausbau der Solarenergie war zwischenzeitlich stark zurückgegangen. Belief sich der Zuwachs bei Solaranlagen im Jahr 2012 auf 8,2 Gigawatt, waren es im Jahr 2014 nur noch 1,2 Gigawatt. Seitdem ist der jährliche Zubau von Photovoltaikanlagen aber wieder kontinuierlich angestiegen. Im Jahr 2020 betrug er 4,6 Gigawatt.

Abbildung 20: Fahrplan für die Stilllegung der deutschen Braunkohlekraftwerke bis spätestens 2038



Der Kohleausstieg hat begonnen. Mit dem Kohleausstiegsgesetz hat die Bundesregierung den schrittweisen Ausstieg aus der Kohleverstromung festgelegt. Die installierte Erzeugungskapazität aus Kohlekraftwerken im Markt (Ende 2019: 43,6 Gigawatt) wird bis 2022 zunächst auf 30 Gigawatt und bis 2030 auf 17 Gigawatt reduziert. Spätestens Ende 2038, gegebenenfalls schon 2035, sollen keine Kohlekraftwerke mehr am Netz sein.

Im Jahr 2020 ging bereits ein Braunkohleblock vom Netz. Die Stilllegungszeitpunkte der weiteren Braunkohlekraftwerke sind im Kohleverstromungsbeendigungsgesetz festgehalten und in Abbildung 20 skizziert. Bis Ende 2025 werden acht Braunkohlekraftwerke mit einer kumulierten Leistung von 2,9 Gigawatt abgeschaltet. Dabei handelt es sich um die ältesten und emissionsintensivsten Kraftwerke. Sie stoßen heute noch rund 20 bis 25 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr aus.³⁷

Die Stilllegung von Steinkohlekraftwerken wird bis 2026 über Ausschreibungen ermittelt und ab dem Jahr 2024 mit ordnungsrechtlichen Maßnahmen flankiert. Von 2027 an werden die verbleibenden Steinkohlekapazitäten dann ausschließlich ordnungsrechtlich stillgelegt. Im September 2020 fand die erste Ausschreibungsrunde statt. Insgesamt erhielten Kraftwerke mit einer kumulierten Leistung von 4,7 Gigawatt einen Zuschlag. Sie müssen bis Mitte 2021 stillgelegt werden.

3.3 Industrie

Emissionsentwicklung

Der Industriesektor war im Jahr 2020 für rund 24 Prozent der Gesamtemissionen verantwortlich.

Das entspricht einer Höhe von 178 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Abbildung 21). Die Industrie ist damit der zweitgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen nach der Energiewirtschaft. Zwischen 1990 und 2020 gingen die Emissionen des Sektors um 37 Prozent zurück. Ein Großteil dieser Reduktion erfolgte in den 1990er Jahren, unter anderem bedingt durch den wirtschaftlichen Umbruch in den neuen Bundesländern.

Die Industrieemissionen sanken im Jahr 2020 deutlich. Im Vergleich zum Vorjahr wurden fünf Prozent beziehungsweise neun Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente weniger Treibhausgase durch die Industrie ausgestoßen. Hauptgrund hierfür war ein Rückgang der Produktionsmengen aufgrund der Corona-Pandemie.

Die Treibhausgasemissionen des Industriesektors entstehen vor allem in den energieintensiven Branchen Stahl, Chemie, Nichteisenmetalle, Zement, Kalk, Glas und Papier sowie bei der industriellen Eigenstromversorgung. Dabei haben die Emissionen unterschiedliche

-37 %

Die Emissionen der Industrie sanken von 1990 bis 2020 um 37 Prozent.

Ursachen. Rund zwei Drittel entstehen durch direkte Energiebereitstellung in der Industrie (Industriefeuerung im verarbeitenden Gewerbe), während ein Drittel der Industrieemissionen prozessbedingt ist (Abbildung 22). Die prozessbedingten Emissionen entstehen bei der Produktion, vor allem von Grundstoffen wie Roheisen und Zement sowie in der Grundstoffchemie.

Neben den direkten Treibhausgasemissionen verursacht der Industriesektor auch indirekte Emissionen. Diese entstehen durch Fremdstrom- und Fernwärmebezug und werden gemäß Quellprinzip der Energiewirtschaft zugeordnet. Eine Verbesserung der Energieeffizienz in der Industrie hat daher auch positive Auswirkungen auf die Emissionsbilanz der Energiewirtschaft. Aus der selbst produzierten und fremdbezogenen Energie ergibt sich der in Abbildung 23 aufgeschlüsselte Endenergieverbrauch des Industriesektors.

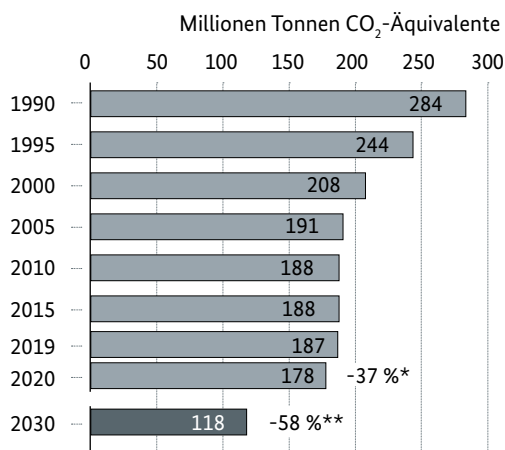
Handlungsfelder und Maßnahmen

Zur Erreichung der Treibhausgasneutralität bis 2045 sind Änderungen in der Industrieproduktion notwendig. Neben der Herausforderung, den hohen Energiebedarf der Industrie mit erneuerbaren Energien abzudecken, gilt es, die prozessbedingten Emissionen der industriellen Produktion zu vermeiden.

Als Zwischenziel sollen die Treibhausgasemissionen in der Industrie bis zum Jahr 2030 auf 118 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente sinken. Das entspricht einer weiteren Reduktion um 34 Prozent gegenüber dem Jahr 2020. Im Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung umfassende sektorspezifische Maßnahmen gebündelt, die ergänzend zum EU-Emissionshandelssystem und den bereits bestehenden nationalen Maßnahmen eine weitere Reduktion der Industrieemissionen bewirken sollen.

In Bezug auf die Energiebereitstellung sind die zentralen Handlungsfelder in der Industrie, analog zur Energiewirtschaft, eine weitere Verbesserung der Energieeffizienz sowie eine verstärkte Nutzung erneuerbarer

Abbildung 21: Emissionsentwicklung Industrie



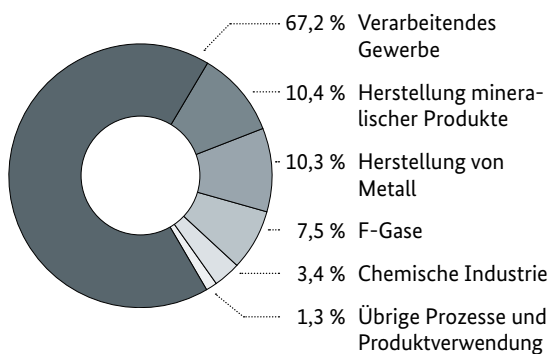
*Schätzung **Minderungsziel gegenüber 1990

Quelle: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

Energien und CO₂-armer Energiequellen wie Abwärme für den Strom- und Wärmebedarf.

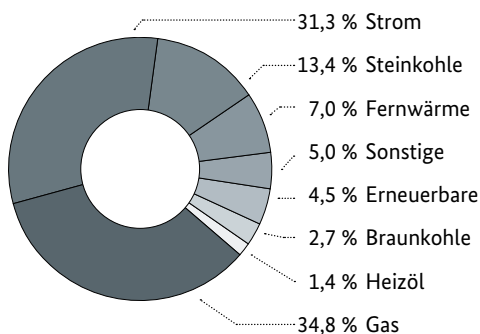
Investitionen in hocheffiziente, bereits verfügbare Technologien und erneuerbare Energieanlagen werden dafür mit dem zentralen Förderprogramm „Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft“ unterstützt. Neben Einzelinvestitionen unterstützt das Programm systemische Optimierungen ganzer Produktionsstandorte. Weitere Programme fördern beispielsweise den Einsatz neuer Konstruktionstechniken und Werkstoffe sowie Projekte und Maßnahmen im Bereich Ressourceneffizienz und -substitution.

Abbildung 22: Emissionsquellen Industrie (2019)



Quelle: UBA (2021a)

Abbildung 23: Endenergieverbrauch nach Energieträgern Industrie (2019)



Quelle: BMWi (2021a)

Die zentrale Herausforderung in der Industrie ist die Umstellung auf klimafreundliche Produktionsprozesse. Zur Vermeidung der prozessbedingten Emissionen müssen die branchenspezifischen Produktionsverfahren einzeln analysiert und umgestellt werden. Für alle Industriebranchen gibt es bereits technische Lösungsansätze, die prozessbedingte Emissionen reduzieren. Zentrale Elemente der Lösungen sind dabei folgende Themenfelder (siehe auch Abbildung 24):

- **Erneuerbare Energien:** Der beschleunigte Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und des Stromnetzes ist auch für den Industriesektor eine zentrale Grundvoraussetzung für die Erreichung der Treibhausgasneutralität. Nur so kann der steigende Strombedarf des Sektors, der etwa durch die Elektrifizierung von Produktionsprozessen und die Herstellung von klimaneutralem Wasserstoff entsteht, gedeckt werden.
- **Elektrifizierung und Effizienzsteigerung:** Elektrifizierung wird auch in der Industrie eine entscheidende Rolle spielen. Relevant sind hierbei insbesondere die strombasierte Wärme- und Dampfproduktion, der Einsatz von Hochtemperaturwärmepumpen und die Elektrifizierung einer Vielzahl industrieller Produktionsprozesse. Weitere Steigerungen der Energieeffizienz von konventionellen und neuen Anlagen sind essenziell, um dem steigenden Strombedarf entgegenzuwirken.
- **Wasserstoff:** Einige Industrieprozesse lassen sich allerdings nur durch den Einsatz von Wasserstoff klimafreundlich gestalten. So können etwa bei der Stahlerzeugung erhebliche Emissionen eingespart werden, indem anstelle des Einsatzes von Kohle in der Hochofenroute auf eine Direktreduktion des Eisenerzes mit Wasserstoff umgestellt wird. Dabei fällt als Oxidationsprodukt anstelle von Kohlendioxid lediglich Wasser an.
- **Kreislaufwirtschaft:** Prozessbedingte Emissionen können auch durch eine stärkere Kreislaufführung und einen optimierten Ressourceneinsatz reduziert werden. So kann durch höhere Recyclingraten etwa der Bedarf an Primärmaterial deutlich gemindert werden. Da die Aufbereitung von recycelten Materialien in vielen Fällen auch deutlich weniger Energie erfordert, werden dadurch sowohl prozessbedingte als auch energiebedingte Emissionen vermieden.

Abbildung 24: Zentrale Elemente der Industrietransformation hin zu Klimaneutralität



Quellen: Agora Energiewende, Stiftung 2°, Roland Berger (2021)

- **CCU/CCS:** Für Industrieprozesse, bei denen aktuell und perspektivisch keine klimaneutralen Schlüsseltechnologien verfügbar sind, ist die Abscheidung von Kohlendioxid ein Lösungsansatz. Durch Carbon-Capture-and-Storage(CCS)- beziehungsweise Carbon-Capture-and-Use(CCU)-Technologien können Emissionen vermieden und Kohlenstoff gespeichert oder weitergenutzt werden. Dies ist vor allem für die Zementbranche relevant.

Für die Forschung, Entwicklung und breite Markteinführung innovativer Klimaschutztechnologien gibt es umfangreiche Förderprogramme. Denn die für die Industrietransformation benötigten Technologien sind noch teurer als die etablierten Produktionsprozesse und teilweise auch noch nicht marktreif. Sie benötigen daher Unterstützung durch politische Maßnahmen. Mit dem Programm „Dekarbonisierung in der Industrie“ unterstützt das BMU großtechnische Projekte in energieintensiven Branchen wie Stahl, Zement, Kalk und Chemie. Gefördert werden Projekte mit dem Ziel, jene prozessbedingten Treibhausgasemissionen möglichst weitgehend und dauerhaft zu reduzieren, die nach heutigem Stand der Technik nicht oder nur schwer vermeidbar sind. Im Dezember 2020 wurde der erste Förderbescheid an ein Projekt zur klimafreundlichen Stahlproduktion übergeben. Die Anlage soll innerhalb der nächsten zwei Jahre in Betrieb gehen und zeigen, wie die sukzessive Umstellung eines integrierten Hochofenwerks auf CO₂-arme Stahlerzeugung erfolgen kann. Bei dem Verfahren wird die konven-

tionelle Roheisengewinnung im Hochofen auf die emissionsarme Direktreduktion umgestellt.

Im Rahmen des Klimaschutz-Sofortprogramms 2022 wird das Förderprogramm „Dekarbonisierung in der Industrie“ um 650 Millionen Euro aufgestockt. Mit den zusätzlichen Mitteln wird das Programm ab 2022 um eine weitere Förderrichtlinie für Klimaschutzverträge nach dem Konzept „Carbon Contracts for Difference“ ergänzt.

Neben dem Förderprogramm „Dekarbonisierung in der Industrie“ sieht das Klimaschutzprogramm 2030 weitere Forschungsprogramme etwa zur stofflichen Nutzung von CO₂ vor. Zudem geben die nationale Wasserstoffstrategie, das Aktionsprogramm PtX und der Innovationspakt Klimaschutz in der Industrie zusätzliche Impulse für die Transformation der Industrie.

Auch auf europäischer Ebene ist die Neuausrichtung der Industrie ein wichtiges Thema. Mit dem Europäischen Grünen Deal hat die Europäische Kommission Klimaschutz in der Industrie zu einem Arbeitsschwerpunkt erklärt. Aufbauend auf der im März 2020 vorgestellten Industriestrategie und dem Aktionsplan Kreislaufwirtschaft wird sie im Laufe des Jahres 2021 konkrete Maßnahmen für eine klimaneutrale europäische Industrie vorstellen.

Mit dem EU-Innovationsfonds werden auch auf europäischer Ebene klimaschonende Industrieprojekte gefördert. Dafür stellt die Europäische Kommission bis zum Jahr 2030 insgesamt zehn Milliarden Euro bereit.

3.4 Verkehr

Emissionsentwicklung

Im Jahr 2020 emittierte der Verkehrssektor 146 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente Treibhausgase. Bezogen auf das Basisjahr 1990 bedeutet das eine Emissionsminderung um 11 Prozent (Abbildung 25).

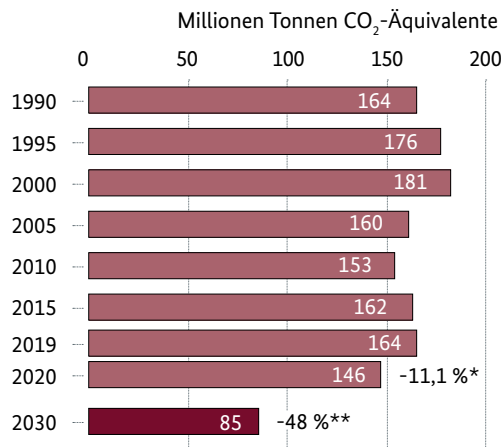
Der Emissionsrückgang im Jahr 2020 ist größtenteils auf die Corona-Pandemie zurückzuführen. Im Frühjahr wurde, vor allem auf langen Strecken, deutlich weniger Auto gefahren. Der inländische Flugverkehr nahm zeitweise stark ab und verursachte über das gesamte Jahr 2020 so 60 Prozent weniger CO₂-Emissionen als im Vorjahr.³⁸ Die rasche Erholung der Verkehrsnachfrage nach dem ersten Lockdown und die grundsätzlich unveränderten Raum- und Wirtschaftsstrukturen lassen vermuten, dass sich ohne weitere Maßnahmen allenfalls eine temporäre Emissionsminderung ergeben dürfte.

Im Jahr 2019 verursachte der motorisierte Straßenverkehr mit 96 Prozent den eindeutig größten Anteil der Emissionen. Auf Pkw und Lastkraftwagen (Lkw) sowie andere Nutzfahrzeuge entfielen davon jeweils 61 und 36 Prozent (Abbildung 26). Der internationale Luft- und Schiffsverkehr wird bei der Berechnung der nationalen Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors nicht berücksichtigt. Auch die Emissionen aus dem Stromverbrauch im Verkehr werden hier nicht abgebildet, sondern nach dem Quellprinzip dem Energiesektor zugerechnet.

Die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor entstehen fast ausschließlich in Form von CO₂ und hängen stark von der Antriebsart, der Form und dem Gewicht der Fahrzeuge ab. Die CO₂-Emissionen pro Personenkilometer des Pkw-Bestandes in Deutschland sind seit 1995 um knapp fünf Prozent gesunken. Die Zunahme der Fahrleistung im Personenverkehr, also der pro Jahr in Pkw zurückgelegten Kilometer, hebt den positiven Effekt der Effizienzsteigerung jedoch auf.³⁹

Insgesamt stieg die Verkehrsleistung im Personenverkehr zwischen 1990 und 2018 um 58 Prozent. Bei der Verkehrsmittelwahl dominiert der motorisierte Individualverkehr. Sein Anteil an der Verkehrsleistung belief sich im Jahr 2018 auf 74 Prozent (Abbildung 28) und ist damit seit 1990 um nur drei Prozentpunkte

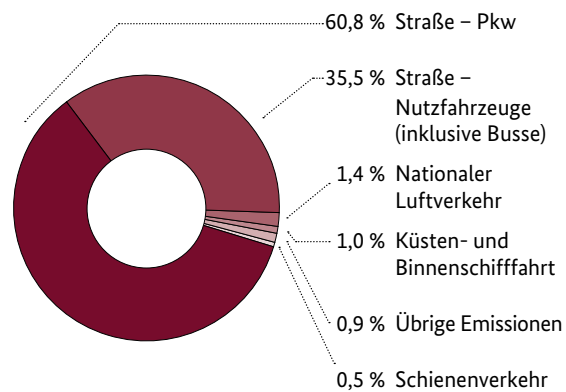
Abbildung 25: Emissionsentwicklung Verkehr



* Schätzung ** Minderungsziel gegenüber 1990

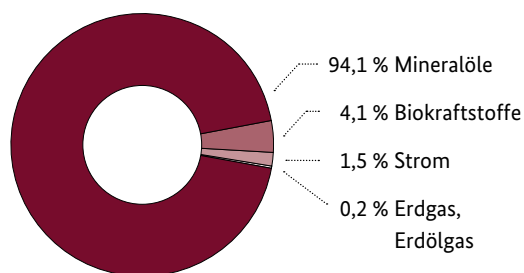
Quelle: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

Abbildung 26: Emissionsquellen Verkehr ohne CO₂ aus Biokraftstoffen (2019)



Quelle: UBA (2021a)

Abbildung 27: Endenergieverbrauch nach Energieträgern Verkehr (2019)



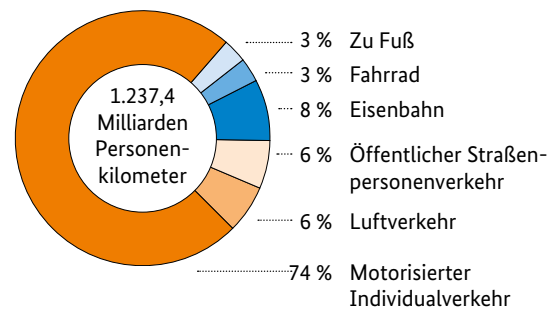
Quelle: BMWi (2021a)

zurückgegangen. Der nicht motorisierte Individualverkehr hält sich konstant. Im Durchschnitt wird jeder dritte Weg mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt.⁴⁰ Diese Wege sind jedoch relativ kurz, daher entfallen auf den Fuß- und Radverkehr nur jeweils drei Prozent der Verkehrsleistung. Der Anteil der Eisenbahn ist im Vergleich zu 1990 nur leicht von sechs auf acht Prozent angestiegen. Der Anteil des Luftverkehrs hingegen hat sich verglichen mit 1990 knapp verdreifacht.

Die Verkehrsleistung im innerdeutschen Güterverkehr stieg zwischen 1991 und 2019 um 75 Prozent. Das ist vor allem auf eine Verdoppelung des Straßengüterverkehrs (hauptsächlich schwere Lkw, Last- und Sattelzüge) zurückzuführen. Während die umweltfreundlicheren Verkehrsträger Bahn und Binnenschifffahrt 1991 noch einen Anteil von knapp 35 Prozent an der Güterverkehrsleistung hatten, ging dieser auf rund 26 Prozent im Jahr 2019 zurück.⁴¹ Zwei Milliarden Tonnenkilometer und damit 0,2 Prozent der Güter wurden 2019 über den Luftverkehr transportiert. Das bedeutete allerdings eine Verdoppelung seines Anteils gegenüber dem Jahr 1991 (Abbildung 29).

Neuzulassungen von batterieelektrischen Fahrzeugen stiegen im Jahresverlauf stark an. Im Januar 2020 wurden 7.492 Elektroautos neu zugelassen, was einem Anteil von drei Prozent an Neuzulassungen in diesem Monat entspricht. Im Dezember machten 43.671 Neuzulassungen von Elektroautos einen Anteil von 14 Prozent aus (Abbildungen 30 und 31). Schon heute liegen die Treibhausgasemissionen eines Elektrofahrzeugs der Kompaktklasse über den gesamten Lebensweg betrachtet 30 beziehungsweise 23 Prozent niedriger als bei vergleichbaren Fahrzeugen, die mit Benzin oder Diesel betrieben werden. Bei dieser Berechnung werden unter anderem auch Herstellung, Wartung, Entsorgung und Recycling berücksichtigt. Außerdem wird von einer durchschnittlichen Lebensfahrleistung von 150.000 Kilometern ausgegangen. Hinsichtlich ihres Strombedarfs sind Elektromotoren auch deutlich effizienter als Antriebe mit synthetischen Kraftstoffen. Ein Elektrofahrzeug der Kompaktklasse benötigt in etwa 18 Kilowattstunden, um 100 Kilometer zurückzulegen. Synthetisch betrieben verbraucht das gleiche Fahrzeug 115 Kilowattstunden für diese Strecke. Grund hierfür sind zusätzliche Umwandlungsverluste bei der Herstellung der synthetischen Kraftstoffe aus Strom.⁴² Seit 1995 werden im Straßenverkehr auch vermehrt

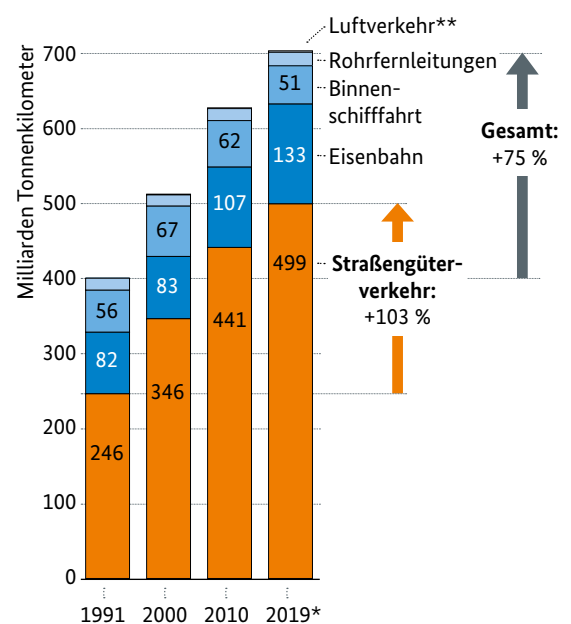
Abbildung 28: Anteile an der Verkehrsleistung im Personenverkehr nach Verkehrsmitteln (2018)



Anteile in Prozent bezogen auf Personenkilometer

Quelle: BMVI (2020)

Abbildung 29: Güterverkehrsleistung nach Verkehrsträgern



*Schätzung

**Im Jahr 2019 betrug die Güterverkehrsleistung im Luftverkehr zwei Milliarden Tonnenkilometer.

Quelle: BMVI (2020)

biogene Kraftstoffe wie Biodiesel, Pflanzenöl und Bioethanol eingesetzt, um Emissionen zu vermeiden. Im Jahr 2020 betrug deren Anteil 6,4 Prozent.

Handlungsfelder und Maßnahmen

Im Vergleich zu 1990 sollen die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors bis 2030 um 48 Prozent auf 85 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente sinken. Die Bundesregierung setzt unter anderem auf die Einführung einer CO₂-Bepreisung, die Stärkung der Bahn und des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), den Ausbau von Radwegen und die Förderung der Elektromobilität.

Der im Januar 2021 gestartete nationale Emissionshandel umfasst auch die Emissionen des Verkehrssektors. Wie im Klimaschutzprogramm 2030 festgelegt, wurde eine CO₂-Bepreisung eingeführt, die fossile Kraftstoffe zunächst um drei Cent je Liter verteuert. Die jährliche Anhebung des CO₂-Preises sorgt dafür, dass klimaschädliche Antriebsarten wie Benzin, Diesel und auch Erdgas perspektivisch teurer werden und somit ein höherer Anreiz für eine Verbrauchsreduktion und den Einsatz emissionsarmer Alternativen besteht. Nach einem Einstiegspreis von 25 Euro pro Tonne steigt der CO₂-Preis schrittweise auf bis zu 55 Euro im Jahr 2025 an.

Eisenbahnen und Fernbusse sind die klimafreundlichsten Verkehrsträger im Personenfernverkehr. Mit einer Investition von 86 Milliarden Euro wollen der

Bund und die Deutsche Bahn bis 2030 erreichen, die Anzahl der im Schienenfernverkehr beförderten Personen zu verdoppeln. Durch die Erweiterung des elektrifizierten Netzes und die Digitalisierung der Leit- und Sicherheitstechnik werden die dafür nötigen Kapazitäts- und Effizienzsteigerungen erzielt. Zusätzlich erhält die Bahn von 2020 bis 2030 jährlich eine Milliarde Euro für Investitionen in das Bahnsystem. Das Absenken der Mehrwertsteuer auf Fernbahntickets auf den ermäßigten Satz von sieben Prozent seit Anfang 2020 macht Bahnfahren für die Endverbraucher*innen günstiger und damit attraktiver. Im Gegenzug wurde die Luftverkehrsabgabe seit April 2020 erhöht, um Dumpingpreise bei Flugtickets zu verhindern. Der Flugverkehr hat die stärkste Klimawirkung der Antriebsarten im Personenverkehr.

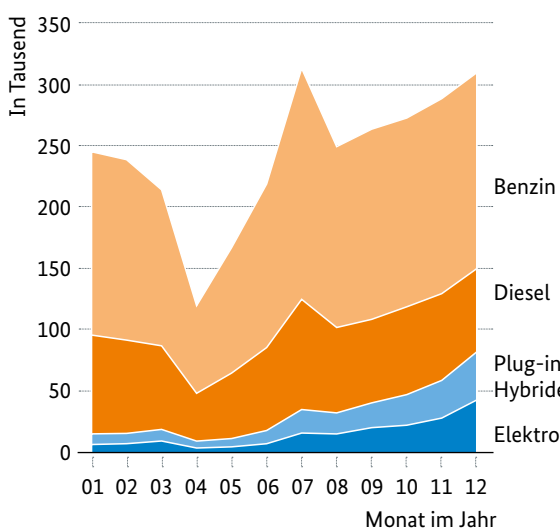
Investitionen in den ÖPNV sollen für noch mehr Klimaverträglichkeit im Personennahverkehr sorgen.

Zum Jahr 2021 wurden die Bundesmittel für den öffentlichen Nahverkehr auf eine Milliarde Euro pro Jahr erhöht. Der Ausbau kommunaler Nahverkehrsnetze soll dazu führen, dass sich öfter für den ÖPNV statt den privaten Pkw entschieden wird. Ab 2025 soll der Bundesanteil weiter auf zwei Milliarden Euro jährlich steigen. Die Bundesregierung will erreichen, dass bis 2030 die Hälfte aller Stadtbusse elektrisch betrieben wird. Daher werden Busflotten mit elektrischen, aber auch mit wasserstoff- und biogasbasierten Antrieben ab 2025 zusätzlich gefördert. Des Weiteren wird der Bund zehn Modellprojekte unterstützen, wie beispielsweise die Einführung von Jahrestickets für den ÖPNV für 365 Euro.

Die klimafreundlichsten Arten, sich fortzubewegen, sind mit dem Fahrrad und zu Fuß. Daher sieht das Klimaschutzprogramm 2030 auch den Ausbau von Radwegen und -parkmöglichkeiten vor. Zudem sollen fahrradfreundlichere Rahmenbedingungen geschaffen werden – beispielsweise durch ein generelles Halteverbot von Kraftfahrzeugen (Kfz) auf Fahrradstreifen. Die Sonderprogramme „Stadt“ und „Land“ sollen für mehr Chancengleichheit für den Radverkehr sorgen, indem unter anderem der Ausbau der Infrastruktur für Lastenräder gefördert wird.

Die Emissionen des motorisierten Individualverkehrs sollen unter anderem durch Förderung beim Kauf von Elektrofahrzeugen und alternativen Kraftstoffen reduziert werden. Bis 2030 sollen zwischen sieben und zehn Millionen Elektrofahrzeuge in Deutschland zu-

Abbildung 30: Monatliche Pkw-Zulassungen im Jahr 2020



Quellen: KBA (2020), KBA (2021)

gelassen sein. Hierfür wurde der bis zum 31. Dezember 2025 gültige „Umweltbonus“ für Elektro- oder Brennstoffzellenantriebe auf bis zu 6.000 Euro pro Pkw erhöht. Im Fall von aufladbaren Hybridelektrofahrzeugen ist eine Kaufprämie von bis zu 4.500 Euro möglich. Bis Ende 2021 gilt beim Kauf reiner Elektrofahrzeuge eine zusätzliche Innovationsprämie von bis zu 9.000 Euro. Zusätzlich gibt es seit Anfang 2020 weitere steuerliche Anreize für Elektrofahrzeuge. Auch die Ladeinfrastruktur soll weiter ausgebaut werden. Bis 2030 sollen insgesamt eine Million Ladepunkte zur Verfügung stehen (siehe Kapitel 4.3). Private Lademöglichkeiten und Ladepunkte an Kundenparkplätzen wurden 2020 erstmals gefördert. Hierfür wurde 2019 der „Masterplan Ladesäuleninfrastruktur“ beschlossen.

Mit einer Reform der Kfz-Steuer wird bei Neuzulassungen ab 2021 die Klimakomponente verschärft. Vor dem Hubraum ist sie künftig Hauptgrundlage bei der Berechnung der Kfz-Steuer.

Auch im Güterverkehr fördert die Bundesregierung emissionsarme Antriebe. Schienenverkehr gefolgt von Binnenschifffahrt sind die klimafreundlichsten Gütertransportmittel. Die Modernisierung des Schienennetzes soll auch dem Güterverkehr zugutekommen. So sollen künftig mehr Güter mit Zügen anstelle von Lkw transportiert werden. Der „Masterplan Binnenschifffahrt“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sieht die Modernisierung und Digitalisierung der Wasserstraßeninfrastruktur vor.

Eine Umstellung auf elektrische Antriebe oder strombasierte Kraftstoffe soll den Straßengüterverkehr klimaverträglicher gestalten. Bis 2030 soll deren Anteil etwa ein Drittel der Fahrleistung betragen. Dafür sollen die Beschaffung von Lkw mit alternativen, klimaschonenden Antrieben einschließlich Wasserstofftechnologien und der Ausbau der dafür nötigen Tank- und Ladeinfrastruktur gefördert werden. Das BMU unterstützt zudem drei Pilotversuche zur Prüfung der Praxistauglichkeit von Oberleitungs-Lkw.

Auch auf europäischer Ebene wirken Ziele und Richtlinien für den Anteil erneuerbarer Energien und die CO₂-Intensität im Verkehrssektor. So gelten beispielsweise Flottenziele für Autofirmen hinsichtlich der durchschnittlichen CO₂-Emissionen ihrer Neuzulassungen. Bis 2021 müssen die CO₂-Emissionen neuer Pkw auf 95 Gramm CO₂ pro Kilometer reduziert

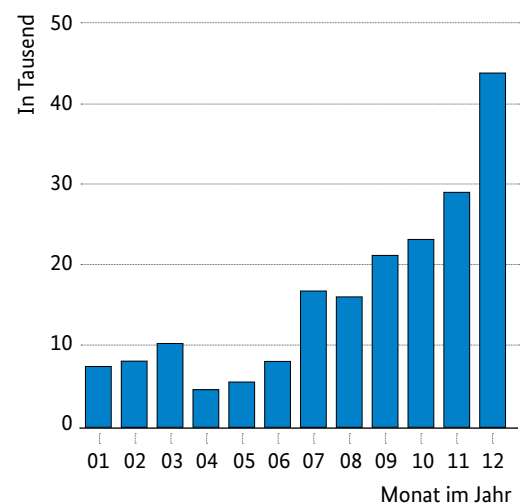
-11 %

Die Emissionen des Verkehrssektors sanken von 1990 bis 2020 um elf Prozent.

werden. Zwischen 2021 und 2030 ist eine Senkung um weitere 37,5 Prozent vorgeschrieben. Im Schnitt lag der Wert im Jahr 2018 in Deutschland bei 130, in der EU bei 120 Gramm CO₂ pro Kilometer.⁴³ Für leichte Nutzfahrzeuge wie Transporter gilt seit 2020 ein Grenzwert von 147 Gramm CO₂ pro Kilometer. Zwischen 2021 und 2030 muss der Wert um weitere 31 Prozent reduziert werden. Auch Lkw-Firmen sind ab 2025 erstmals von den Flottenzielen betroffen. Der durchschnittliche CO₂-Ausstoß muss bis dahin um 15 Prozent und bis 2030 um 30 Prozent sinken (verglichen mit der Referenzperiode von Juli 2019 bis Juni 2020). Die Flottenziele können über Effizienzsteigerung und über einen wachsenden Anteil von Elektrofahrzeugen an der Flotte erreicht werden. Werden die Zielwerte nicht eingehalten, kommen Strafzahlungen zum Tragen.

Die EU-Verkehrsminister*innen konnten sich im Dezember 2020 auf eine Reform der Eurovignetten-Richtlinie einigen. Die Höhe der Lkw-Maut auf europäischen Fernstraßen soll sich ab 2023 am CO₂-Ausstoß orientieren.

Abbildung 31: Monatliche Zulassungen von Elektrofahrzeugen im Jahr 2020



Quellen: KBA (2020), KBA (2021)

3.5 Gebäude

Emissionsentwicklung

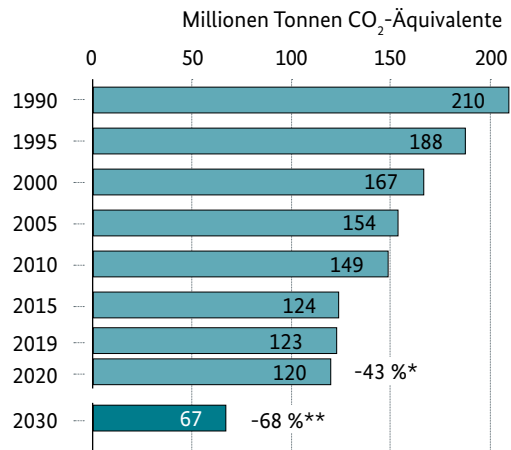
Der Gebäudebereich hatte im Jahr 2020 einen Anteil von 16 Prozent an den Gesamtemissionen in Deutschland. Der Gebäudebereich umfasst sowohl private Haushalte als auch die Emissionen aus Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die Emissionen des Sektors sanken von 2019 bis 2020 um knapp drei Prozent auf 120 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Gegenüber dem Basisjahr 1990 entspricht das einer Reduktion von 43 Prozent (Abbildung 32).

Ein Großteil der Emissionen im Gebäudebereich entsteht durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern, vorwiegend Gas, zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser (Abbildungen 33 und 34). Nach dem Quellprinzip werden Emissionen, die bei der Versorgung des Gebäudesektors mit Strom und Wärme durch Unternehmen der öffentlichen Versorgung entstehen (also insbesondere Fernwärme), der Energiewirtschaft zugeordnet und als indirekte Emissionen bezeichnet. Berücksichtigt man neben den direkten Emissionen des Gebäudebereichs auch diese indirekten Emissionen, die in der Energiewirtschaft anfallen, ist der Anteil des Gebäudebereichs an den Emissionen etwa doppelt so hoch und macht fast ein Drittel der Gesamtemissionen in Deutschland aus.

Das Wetter beeinflusst den Energieverbrauch und damit die Emissionen. Bei höheren Temperaturen wird weniger geheizt. Dies ist besonders relevant, da die Bereitstellung von Raumwärme zu etwa zwei Dritteln für die Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor verantwortlich ist. Der Treibhausgasausstoß des Gebäudebereichs schwankt aufgrund unterschiedlicher Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr stärker, als dies in anderen Sektoren der Fall ist (Abbildung 15).

Wärmere Winter sind sogar eine Hauptursache für den Emissionsrückgang im Gebäudesektor. Seit dem Jahr 2010 sind die Treibhausgasemissionen im Wohngebäudesektor um rund 21 Prozent gesunken. Jedoch ist dieser Rückgang zum größten Teil auf die wärmeren Winter zurückzuführen. Temperatur- und witterungsbereinigt sind die Emissionen im vergangenen Jahrzehnt lediglich um knapp drei Prozent zurückgegangen.⁴⁴

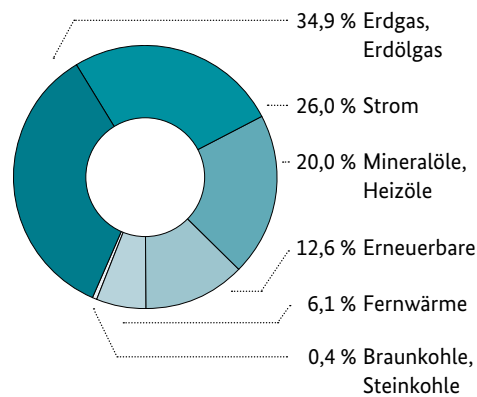
Abbildung 32: Emissionsentwicklung Gebäude



*Schätzung **Minderungsziel gegenüber 1990

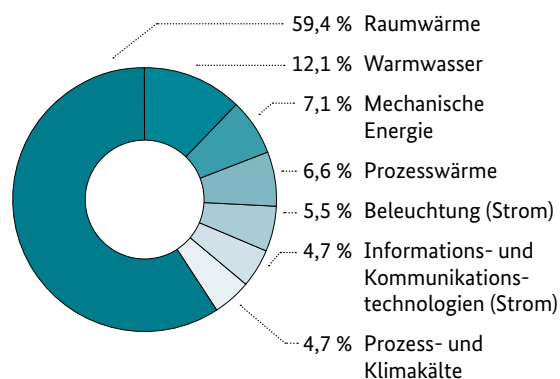
Quelle: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

Abbildung 33: Endenergieverbrauch nach Energieträgern Gebäude (2019)



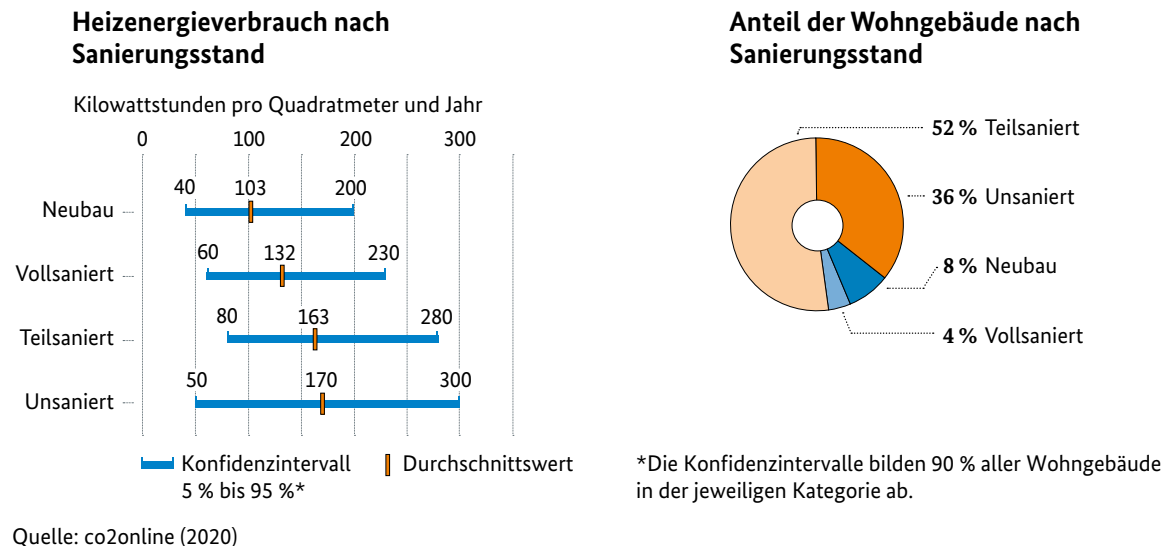
Quelle: BMWi (2021a)

Abbildung 34: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen Gebäude (2019)



Quelle: BMWi (2021a)

Abbildung 35: Wohngebäude und ihr Heizenergieverbrauch nach Sanierungsstand



Handlungsfelder und Maßnahmen

Für die Erreichung der Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 sind im Gebäudebestand umfassende Anstrengungen nötig. Zentrale Handlungsfelder sind Energieeffizienzmaßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs sowie die Deckung des verbleibenden Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien.

Energetische Sanierungen senken den Endenergieverbrauch eines Gebäudes erheblich. Neubauten und vollsanierte Gebäude weisen einen deutlich geringeren Energieverbrauch auf als un- oder teilsanierte Gebäude (Abbildung 35). Zu Sanierungsmaßnahmen zählen Dämmmaßnahmen bei Dächern, Wänden und Fenstern, die Erneuerung der Wärmeerzeuger und die Umstellung auf erneuerbare Energien wie elektrische Wärmepumpen, Erdwärme und Solarthermie sowie die Einbindung unvermeidbarer Abwärme.

Die Wärmewende kam bisher zu langsam voran. Grund dafür waren unter anderem fehlende Anreizstrukturen für tiefgreifende Sanierungsmaßnahmen. Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 hat die Bundesregierung hier eine Kehrtwende eingeläutet und einen starken Impuls für Klimaschutz im Gebäudebereich gegeben. Der seit Januar 2021 geltende CO₂-Preis des nationalen Emissionshandels setzt auch für den Gebäudesektor Anreize für Effizienzmaßnahmen und einen Wechsel

zu emissionsärmeren Heizungen. Die Förderung im Gebäudebereich wurde als „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ gebündelt, vereinfacht und deutlich aufgestockt. Allein im ersten Halbjahr 2020 wurden hierdurch Investitionen im Umfang von bis zu 38,5 Milliarden Euro ausgelöst.⁴⁵ Energetische Sanierungen werden nun zudem auch steuerlich gefördert und die Energieberatung wird ausgeweitet.

Dennoch wird mit den bisher beschlossenen Maßnahmen das Sektorziel im Jahr 2030 voraussichtlich um rund 8 bis 17 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente verfehlt.⁴⁶ Es sind also weitere Maßnahmen nötig, um die gesetzten Ziele zu erreichen. In einem Positionspapier empfiehlt das Umweltbundesamt beispielsweise konkrete ergänzende Instrumente in einem Dreiklang aus Fordern, Fördern und Informieren, die als Diskussionsgrundlage für weitere Klimaschutzprogramme dienen können. Das Sofortprogramm 2022 setzt hier an. Mit 4,5 Milliarden Euro soll mehr als die Hälfte des Programms als zusätzliche Förderung für die energetische Gebäudesanierung eingesetzt werden.

-43 %

Die Emissionen des Gebäudesektors sanken von 1990 bis 2020 um 43 Prozent.

3.6 Landwirtschaft

Emissionsentwicklung

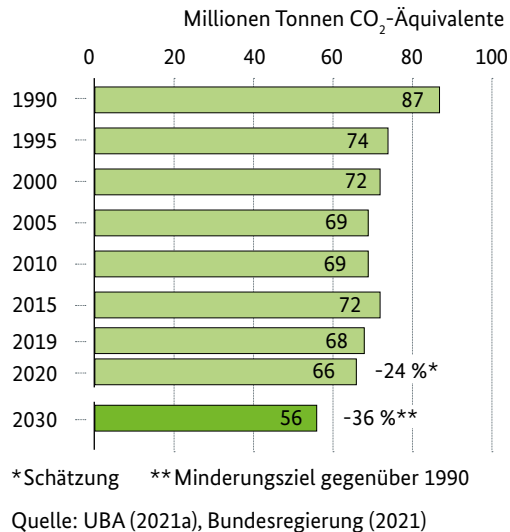
Der Landwirtschaftssektor hatte 2020 mit 66 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente einen Anteil von neun Prozent an den deutschen Gesamtemissionen. Im Vergleich zum Vorjahr gingen die landwirtschaftlichen Emissionen um rund zwei Prozent zurück. Bezogen auf das Basisjahr 1990 konnten die Emissionen des Sektors um 24 Prozent reduziert werden (Abbildung 36).

Der bislang deutlichste Rückgang der Emissionen erfolgte direkt nach 1990. Er ist im Wesentlichen auf die Abnahme der Tierbestände in den neuen Bundesländern unmittelbar nach der Wiedervereinigung zurückzuführen. Zusätzliche Emissionsminderung leisteten Flächenstilllegungen und Verbesserungen des Düngemittelmanagements. In den letzten 25 Jahren haben sich die jährlichen Emissionen der Landwirtschaft jedoch nur geringfügig verändert.

Im Gegensatz zu anderen Sektoren hat CO₂ nur einen geringen Anteil an den Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft (13 Prozent im Jahr 2020). Der Großteil der Emissionen tritt hier in Form von Methan und Lachgas auf (46 und 42 Prozent im Jahr 2020). Die Landwirtschaft allein verursacht rund 63 Prozent der gesamten Methan- und 81 Prozent der Lachgasemissionen in Deutschland. Methan ist rund 25-, Lachgas etwa 300-mal klimaschädlicher als CO₂.

Die meisten Emissionen entstanden 2019 durch die landwirtschaftliche Nutzung von Böden (Abbildung 37). Die Bewirtschaftung organischer Böden sowie der Einsatz von mineralischen Düngemitteln und organischem Wirtschaftsdünger setzen Lachgas frei. Methan wird hauptsächlich bei Verdauungsvorgängen von Wiederkäuern, vor allem von Rindern und Milchkühen, aber auch bei der Lagerung und Ausbringung von tierischem Wirtschaftsdünger wie etwa Gülle und Festmist freigesetzt. Ein Großteil der genannten Emissionen ist auf Tierhaltung zurückzuführen. Die Tierhaltung verursacht damit insgesamt über 60 Prozent der

Abbildung 36: Emissionsentwicklung Landwirtschaft



landwirtschaftlichen Emissionen und etwa fünf Prozent der Gesamtemissionen Deutschlands.⁴⁷

Handlungsfelder und Maßnahmen

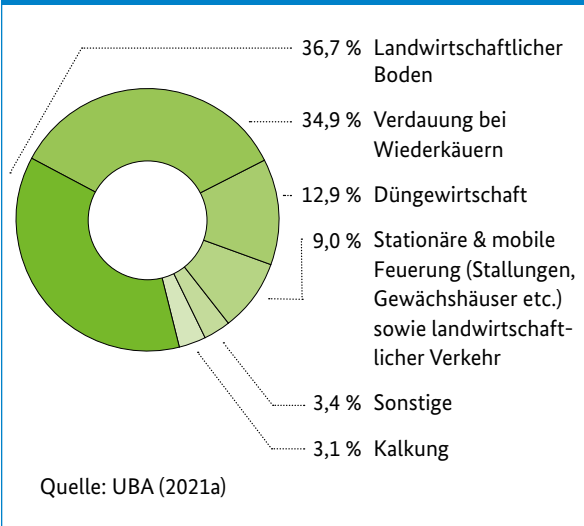
Die Landwirtschaft ist von den Folgen des Klimawandels besonders betroffen. Mancherorts bedrohen Wassermangel und Hitzestress bereits die Existenzen von Landwirt*innen. In den Jahren 2018 und 2019 machten sich die Folgen extremer Dürre bemerkbar. Neben Erntertragseinbußen entstanden Engpässe in der Futterversorgung. Dies könnte ein Grund für die Reduzierung der Tierbestände, vor allem in der Rinderhaltung, gewesen sein.⁴⁸ Auch der Rückgang der durchschnittlichen Bodenfeuchte stellt die Landwirtschaft vor besondere Herausforderungen (Abbildung 38). Sie muss nachhaltige und widerstandsfähige Pflanzenbausysteme entwickeln. Anpassung an die Folgen des Klimawandels spielt daher auch im Landwirtschaftssektor eine zentrale Rolle.

Im Jahr 2030 sollen die jährlichen Treibhausgasemissionen gemäß Klimaschutzgesetz bei maximal 56 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente liegen. Das bedeutet ein Reduktionsziel von 36 Prozent gegenüber 1990. Für das Klimaschutzprogramm 2030 wurde ein Maßnahmenpaket entwickelt, das unter anderem auf eine erhöhte Stickstoffeffizienz, die Vergärung von tierischen

-24 %

Die Emissionen der Landwirtschaft sanken von 1990 bis 2020 um 24 Prozent.

Abbildung 37: Emissionsquellen Landwirtschaft ohne CO₂ aus Biomasse (2019)



Wirtschaftsdüngern und landwirtschaftlichen Reststoffen, den Ausbau des Ökolandbaus, emissionsärmere Tierhaltung und erhöhte Energieeffizienz abzielt. Das Paket enthält zusätzlich Maßnahmen zum Erhalt der Kohlenstoffspeicherfunktion landwirtschaftlicher Böden (siehe Kapitel 3.8).

Indem Stickstoffüberschüsse gesenkt und die Stickstoffverwertung weiter verbessert werden, kann die Düngeeffizienz erhöht werden. Im Mai 2020 trat die überarbeitete Düngeverordnung in Kraft, eine weitere Novellierung des Düngerechts ist für 2021 geplant. In Zukunft sollen damit Nährstoffe effizienter eingesetzt und die Nitratgehalte im Grundwasser reduziert wer-

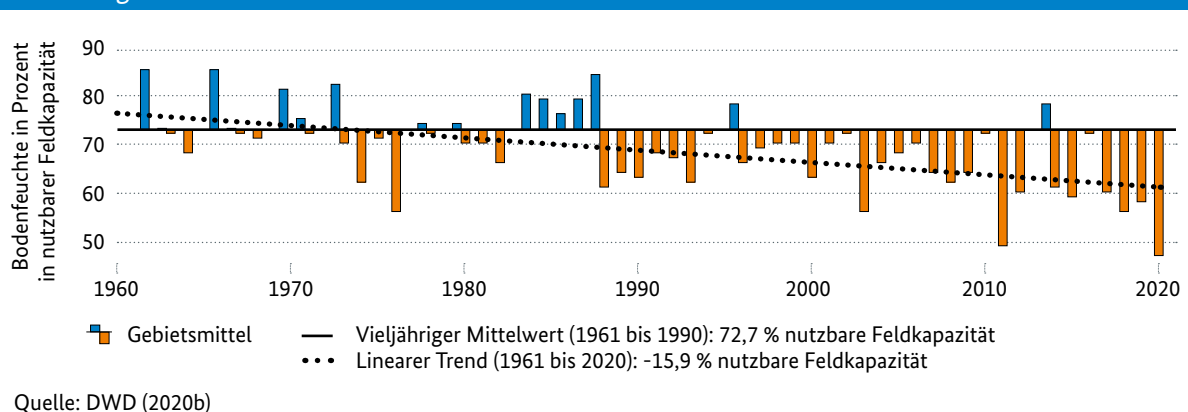
den. Zusätzlich sollen Ammoniak- und Lachgasemissionen weiter gemindert werden.

Der ökologische Landbau ist auf die Fläche bezogen emissionsärmer, da hier keine Mineraldünger verwendet werden, deren Erzeugung Treibhausgase verursachen. Auch die Humusgehalte sind in ökologisch bewirtschafteten Böden häufig höher. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2030 den Anteil des Ökolandbaus an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche von derzeit acht Prozent (Stand 2019) auf 20 Prozent zu steigern.⁴⁹

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der EU hat erheblichen Einfluss auf Klimaschutz in der Landwirtschaft.

Auch in der neuen Förderperiode wird die Zwei-Säulen-Struktur der GAP beibehalten. Die erste Säule sieht vornehmlich an die Fläche gebundene Direktzahlungen für Landwirt*innen vor. Mit erhöhten verpflichtenden Mindeststandards und dem neuen Instrument der Öko-regelungen soll dem Schutz des Klimas und der Umwelt künftig stärker Rechnung getragen werden. Die Mitgliedstaaten werden für die Jahre 2023 bis 2027 mindestens 25 Prozent der Mittel der Direktzahlungen in Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen investieren müssen, wobei in den ersten beiden „Lernjahren“ eine Untergrenze von 20 Prozent gilt. Über die zweite Säule, die ländliche Entwicklungspolitik, wird aber auch in der neuen Förderperiode der Großteil der über die GAP finanzierten Klimaschutzmaßnahmen, zum Beispiel Wiedervernäsungsmaßnahmen, gefördert werden. Die nationale Umsetzung der GAP erfolgt über nationale Strategiepläne, die der EU-Kommission zur Genehmigung vorzulegen sind. Entscheidend ist nun, diese ambitioniert im Sinne von Umwelt- und Klimaschutz auszugestalten.

Abbildung 38: Bodenfeuchte bei Winterweizen auf leichten Böden in Deutschland



3.7 Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Emissionsentwicklung

Die Treibhausgasemissionen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft lagen im Jahr 2020 bei neun Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Abbildung 39). Im Vergleich zum Vorjahr sanken die Emissionen um vier Prozent. Insgesamt emittiert der Sektor nur 1,2 Prozent der klimarelevanten Treibhausgase in Deutschland. Dabei ist der Großteil der sektorspezifischen Emissionen auf Deponiegase und die Abwasserbehandlung zurückzuführen (Abbildung 40).

In den vergangenen 30 Jahren sind die Emissionen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft um 77 Prozent gesunken. Dafür verantwortlich sind vor allem der Ausstieg aus der Deponierung unbehandelter Siedlungsabfälle sowie die verstärkte stoffliche und energetische Nutzung der Abfälle.

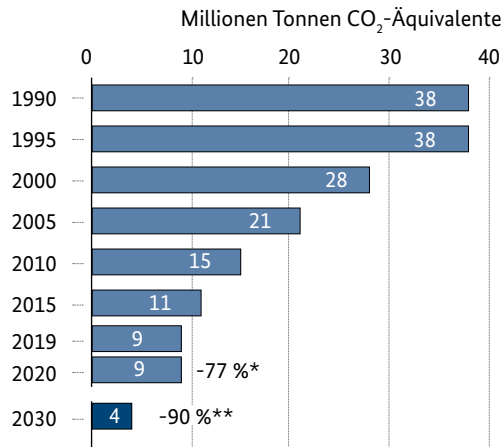
In Deutschland fällt heute nur noch halb so viel Restmüll an wie noch vor 35 Jahren. Dadurch werden natürliche Rohstoffe geschont. Dies schützt auch das Klima, da beim Recycling weniger Energie benötigt wird als bei der Neugewinnung von Rohstoffen. Die effiziente energetische Nutzung der verbleibenden Restabfallmengen in Kraftwerken trägt ebenfalls zum Klimaschutz bei, weil dadurch fossile Brennstoffe zur Energieerzeugung ersetzt werden. Diese Einsparungen werden jedoch aufgrund des Quellprinzips den Industrie- und Energiesektoren gutgeschrieben und nicht der Abfallwirtschaft.

Die Reduktion von Methanemissionen aus Deponien leistet den größten Beitrag zum Klimaschutz im Abfallsektor. Insbesondere das Verbot der Deponierung von unbehandelten organischen Siedlungsabfällen im Jahr 2005 spielte eine zentrale Rolle. Einen weiteren Beitrag liefern Deponiebetriebe, die einen Teil des Deponiegases, dessen Hauptbestandteil Methan ist, auffangen und energetisch nutzen.

-77 %

Die Emissionen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft sanken von 1990 bis 2020 um 77 Prozent.

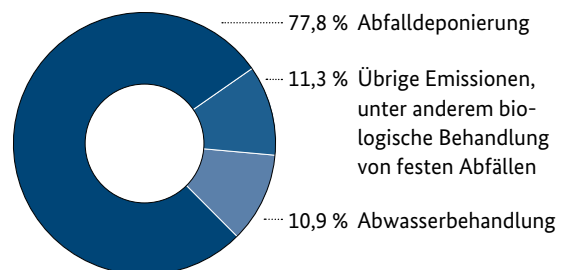
Abbildung 39: Emissionsentwicklung Abfall- und Kreislaufwirtschaft



*Schätzung **Minderungsziel gegenüber 1990

Quelle: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

Abbildung 40: Emissionsquellen Abfall- und Kreislaufwirtschaft ohne CO₂ aus Biomasse (2019)



Quelle: UBA (2021a)

Handlungsfelder und Maßnahmen

Die Abfallwirtschaft ist der erste Wirtschaftssektor, für den eine konkrete Strategie zur Emissionsminderung vorliegt. Die deutschen Deponiebetriebe haben sich dazu verpflichtet, die Treibhausgasemissionen aus Deponien deutlich zu senken. Damit sollen die Ziele des Klimaschutzprogramms 2030 erreicht werden. Bis zum Jahr 2027 soll der Austritt des klimaschädlichen Methans schrittweise um eine Million Tonnen CO₂-Äquivalente gemindert werden. Insgesamt würde

die Abfallwirtschaft so ihre Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um die angestrebten 90 Prozent bis 2030 senken.

Das BMU unterstützt die Maßnahmen zur Emissionsminderung in der Abfallwirtschaft im Rahmen der NKI. Seit dem 1. Juli 2019 fördert die NKI Maßnahmen, die zu einer optimierten Gasfassung auf Deponien beitragen. So kann ein größerer Anteil der Deponiegase zur nachhaltigen Energiegewinnung genutzt werden. Zudem werden für ältere Deponien, die nur noch eine geringe Gasbildung aufweisen, Deponiebelüftungsprojekte gefördert. Damit kann die Methanbildung unterbunden werden. Das BMU unterstützt diese Maßnahmen mit 27 Millionen Euro.

Im Oktober 2020 trat das novellierte Kreislaufwirtschaftsgesetz in Kraft. Damit wurde die Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union umgesetzt. Beispielsweise werden Recyclingquoten für bestimmte Abfallarten erhöht und die Deponierung von Abfällen reduziert. Zudem werden die Getrennsammlungspflichten, insbesondere für Bioabfälle, verschärft und ausgedehnt. Künftig sollen außerdem Sperrmüll und gefährliche Abfälle sowie ab 2025 auch Textilien aus privaten Haushalten konsequent getrennt gesammelt werden.

Als wichtigen Baustein des Europäischen Grünen Deals hat die Europäische Kommission den Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft auf den Weg gebracht. Dabei wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der den gesamten Lebenszyklus von der Produktgestaltung über Produktionsprozesse und nachhaltigen Konsum bis hin zur Abfallwirtschaft und der erweiterten Herstellerverantwortung berücksichtigt. Effektive Kreislaufwirtschaft verringert den Druck auf natürliche Ressourcen und ist damit eine Voraussetzung, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen.

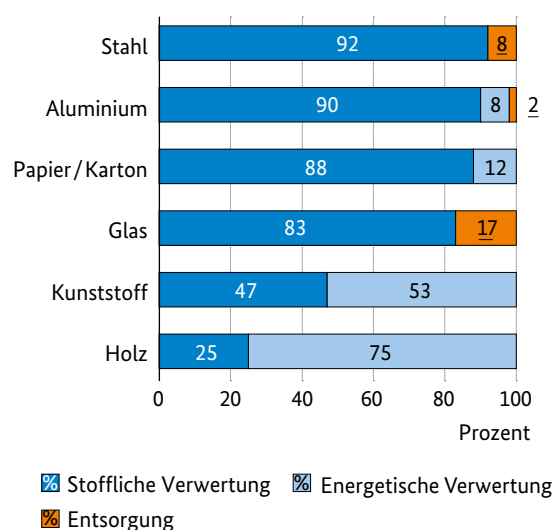
Die Maßnahmen des Aktionsplans konzentrieren sich auf die Bereiche, in denen die meisten Ressourcen genutzt werden. Dazu zählen Elektronik, Batterien und Fahrzeuge, Verpackungen und Kunststoffe, Textilien, Lebensmittel sowie Bauwesen und Gebäude. Dort besteht das höchste Kreislaufpotenzial. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Vermeidung von Abfall und seiner Umwandlung und Weiternutzung als hochwertiger Sekundärrohstoff.

Bei den meisten Verpackungsabfällen liegen die stofflichen Verwertungsquoten bei über 80 Prozent (Abbildung 41). Bei Kunststoff und Holz müssen die Quoten bis Ende 2030 auf 55 beziehungsweise 30 Prozent gesteigert werden, um die Zielvorgaben der EU-Verpackungsrichtlinie zu erreichen.

Die EU-Ökodesign-Richtlinie stellt Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Produkten. Die bereits 2005 eingeführte Richtlinie reguliert 22 Produktgruppen, darunter Waschmaschinen, Kühlschränke, Monitore und Beleuchtung. Für diese Produktgruppen werden im Rahmen einzelner Durchführungsmaßnahmen Mindestanforderungen an die Energie- und Ressourceneffizienz gestellt. Werden diese Anforderungen nicht erfüllt, dürfen die Produkte nicht in der EU verkauft werden.

Zunehmend steht auch die Recyclingfähigkeit und Reparierbarkeit von Produkten im Fokus. Beispielsweise müssen einige Produktgruppen zukünftig auch mit herkömmlichen Werkzeugen auseinanderzubauen sein. Damit wird sichergestellt, dass sie nicht nur von professionellen Reparaturbetrieben oder den Hersteller*innen repariert werden können, sondern auch von Verbraucher*innen.

Abbildung 41: Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland (2018)



3.8 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF)

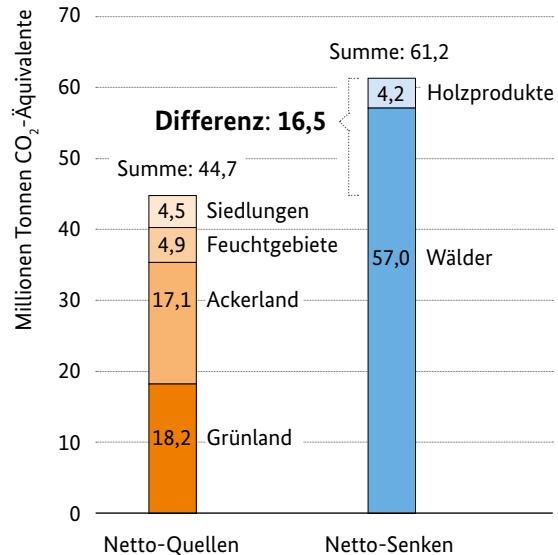
Emissionsentwicklung

Der LULUCF-Sektor wirkt insgesamt als Senke für Treibhausgase in Deutschland. Während bestimmte Landnutzungsformen derzeit mehr Treibhausgase ausstoßen als einbinden und als sogenannte Netto-Quellen wirken, sorgen andere für mehr Einbindung als Ausstoß von Treibhausgasen und wirken dadurch als sogenannte Netto-Senken (Abbildung 42). Die Differenz aus freigesetzten und eingebundenen Treibhausgasen ergibt die Emissionsbilanz des Sektors. Im Jahr 2020 lag die Emissionsbilanz des LULUCF-Sektors bei minus 16,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente (Abbildung 43). Die Waldschäden der vergangenen Jahre sind hierin bereits teilweise über Holzeinschlagsstatistiken berücksichtigt. Eine abschließende Verifizierung wird erst mit der nächsten Bundeswaldinventur möglich sein.

Die meisten Landnutzungsformen setzen derzeit mehr Emissionen frei als durch sie eingebunden werden. Kohlendioxidemissionen entstehen zum Beispiel durch die landwirtschaftliche Nutzung von Böden, im Wesentlichen auf entwässerten Moorstandorten (siehe Infobox) sowie bei Abholzung.⁵⁰ Die größten Senken sind Wälder (Abbildung 42). 2017 waren insgesamt 1,23 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in deutschen Wäldern gebunden.⁵¹ Prognosen zufolge könnte die Senkenleistung der Wälder aufgrund der Altersstruktur der Waldbestände und witterungsbedingter Waldschäden sowie infolge von Änderungen in der Holznutzung zurückgehen.

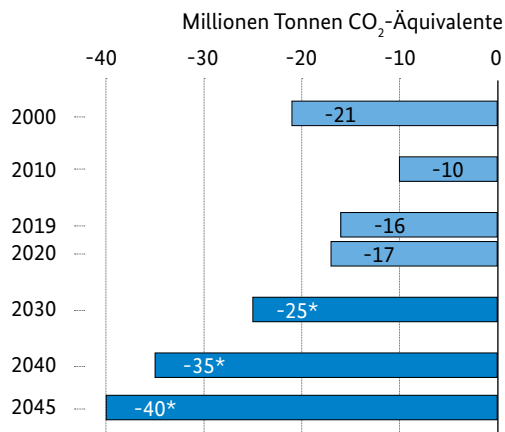
Möglicherweise verstärkend wirken sich dabei die sturm- und dürebedingten Störungen in deutschen Wäldern seit 2018 aus. Kräftige Stürme im Herbst 2017 und Frühjahr 2018 sowie die trockenen Jahre 2018 bis 2020 waren unter anderem ursächlich für eine Massenvermehrung von Schadinsekten und haben zu massiven ökonomischen Waldschäden geführt. Expert*innen gingen Ende Juni 2020 von einem Schadholzanfall in Höhe von 178 Millionen Kubikmeter aus und schätzten die gestörte Waldfläche auf 285.000 Hektar.⁵²

Abbildung 42: Emissionsquellen und -senken LULUCF (2019)



Quelle: UBA (2021a)

Abbildung 43: Emissionsentwicklung LULUCF



*Ziele nach Klimaschutzgesetz für den Mittelwert des jeweiligen Zieljahres und der drei vorhergehenden Kalenderjahre.

Die dargestellten Werte sind die Differenz aus Emissionsquellen und -senken im LULUCF-Sektor.

Quelle: UBA (2021a), Bundesregierung (2021)

Handlungsfelder und Maßnahmen

Die LULUCF-Ziele leisten einen zusätzlichen Beitrag zum Klimaschutz. So kann ab dem Jahr 2045 Treibhausgasneutralität erreicht werden. Im Jahr 2030 soll

i

Moore und Klimaschutz

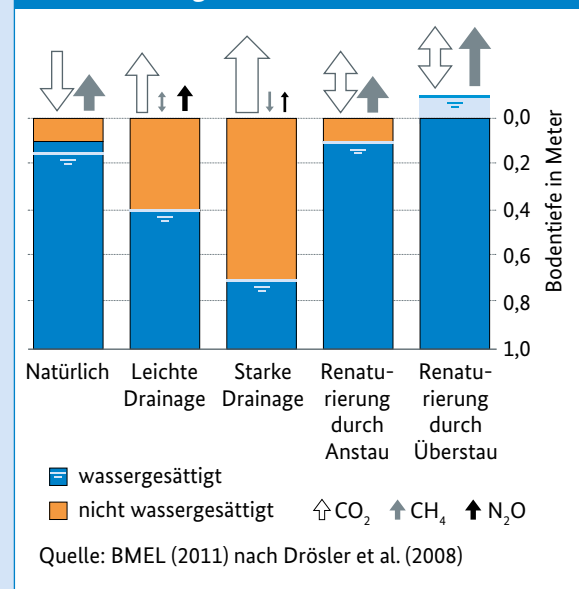
Global gesehen wirken Moore als Kohlenstoffsenken. Sie nehmen jährlich zwischen 150 und 250 Millionen Tonnen CO₂ auf. Moore machen nur drei Prozent der von Land bedeckten Erdoberfläche aus, in ihren Torfschichten ist jedoch ein Drittel des landgebundenen Kohlenstoffvorrats gespeichert. Damit speichern sie weltweit ungefähr doppelt so viel Kohlenstoff wie Wälder.⁵³

Ob Moore Emissionen speichern oder freigeben, hängt von ihrem Wasserstand ab (Abbildung 44). Natürliche Moore wirken als CO₂-Senken. Wird der aus abgestorbenen Pflanzenteilen bestehende Torf jedoch durch Entwässerung freigesetzt, zersetzt er sich und stößt CO₂ und zu geringen Anteilen auch Lachgas aus. Eine Senkung des durchschnittlichen Wasserstands um nur zehn Zentimeter führt zu einer Steigerung der CO₂-Emissionen um rund fünf Tonnen CO₂ pro Hektar und Jahr.⁵⁴

Landwirtschaftlich genutzte Moore zählen zu Hotspots für Treibhausgase. Sie machen nur 7 Prozent der Fläche landwirtschaftlicher Böden aus. Auf ihnen entstehen aber ungefähr 90 Prozent der Bruttotreibhausgasemissionen landwirtschaftlicher Böden.⁵⁵

Durch das Anheben des Wasserstands können die Treibhausgasemissionen reduziert werden. Die Höhe der Emissionsminderung durch Wiedervernässung hängt jedoch von der vorherigen Nutzungsart ab. Als Acker genutzte entwässerte Moore stoßen nach Wiedervernässung 26 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr weniger aus.⁵⁶

Abbildung 44: Einfluss des Wasserstands auf die Treibhausgasemissionen aus Moorböden



der LULUCF-Sektor eine Emissionsbilanz von mindestens minus 25 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente aufweisen. Im Jahr 2040 soll dieser Wert bei mindestens minus 35 und im Jahr 2045 bei mindestens minus 40 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente liegen. Maßnahmen zur Zielerreichung sind vor allem die Wiedervernässung von Moorböden und die Stabilisierung der Waldsenke auf dem Niveau der letzten Jahre.

Die LULUCF-Verordnung der EU schafft Anreize, die Klimawirkung des Sektors zu verbessern. Jeder EU-Mitgliedstaat vergleicht die reale Kohlendioxid-Einbindung von Wäldern und Böden mit in der Verordnung definierten Vergleichsmaßstäben. Eine Abnahme der Kohlendioxid-Einbindung gegenüber dem Vergleichsmaßstab resultiert in Lastschriften, eine Zunahme in

Gutschriften. Lastschriften müssen durch zusätzlichen Klimaschutz ausgeglichen werden.

Aufgrund seiner zentralen Bedeutung für den Klimaschutz wird der Schutz des Waldes besonders gefördert. Der durch das BMU und das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) eingerichtete Waldklimafonds fördert den Erhalt und Ausbau des Waldes als Kohlenstoffsenke und unterstützt Maßnahmen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Aufgrund vieler Waldbrände in den vergangenen Jahren werden seit Mai 2020 beispielsweise 22 Forschungs- und Modellvorhaben im Bereich Waldbrandprävention und -bewältigung umgesetzt und mit 11,3 Millionen Euro finanziert.



4. Auf dem Weg in die treibhausgasneutrale Wirtschaft und Gesellschaft



► Zusammenfassung

Deutschland stellt die Weichen für den Weg in eine treibhausgasneutrale Gesellschaft. Dieser Wandel ist bereits heute technisch möglich. Es kommt darauf an, ihn ohne gesellschaftliche und wirtschaftliche Brüche gemeinsam zu gestalten.



Die Transformation zu einer treibhausgasneutralen Gesellschaft ist Chance und Treiber für **wirtschaftliche Innovationen**. Der globale Markt für Umwelt- und Klimatechnologien wächst Prognosen zufolge bis zum Jahr 2030 um 7,3 Prozent pro Jahr.



Klimaschutz schafft **Arbeitsplätze**. Derzeit sind etwa 1,5 Millionen der rund 45 Millionen Erwerbstätigen in Deutschland unmittelbar im Klimaschutz tätig. Die Beschäftigtenzahl in den betreffenden Branchen soll in den kommenden Jahren um jährlich 6,8 Prozent ansteigen.



Um den Wandel zu ermöglichen, werden **nachhaltige Infrastrukturen** geschaffen. So wird etwa der Ausbau von Ladepunkten für Elektrofahrzeuge vorangetrieben und das Stromnetz an den weiteren Ausbau von erneuerbaren Energien angepasst.



Bürger*innen können ihren ökologischen Fußabdruck durch **nachhaltige Konsumentscheidungen** verringern. Die reichsten zehn Prozent der Weltbevölkerung verursachen die Hälfte der weltweiten Treibhausgasemissionen und tragen damit eine besondere gesellschaftliche Verantwortung für den Klimaschutz.



Auch **Investitionen** müssen an Kriterien gekoppelt werden, die sicherstellen, dass sie im Einklang mit den Klimazielen stehen. Im Jahr 2020 stieg der Anteil des nachhaltigen Anlagevolumens weiter an.

4.1 Wirtschaft und Innovation

Der Wandel zur treibhausgasneutralen Gesellschaft ist machbar und bringt Vorteile für Wirtschaft und Gesellschaft. Eine aktive Klimapolitik hat positive Effekte über das Klima und die Gesellschaft hinaus. Klimaschutz bietet auch die Möglichkeit, neue, nachhaltige Wertschöpfungsketten und Arbeitsplätze zu schaffen sowie neue Exportmärkte zu erschließen. Klimaschutz und Wirtschaftswachstum sind kein Widerspruch, sondern unterstützen und verstärken sich gegenseitig.

Ein Indikator für das Gelingen des Wandels zu einer treibhausgasneutralen Gesellschaft ist die Entkopplung des Wirtschaftswachstums, gemessen am Bruttoinlandsprodukt, von den Treibhausgasemissionen. Deutschland ist hier bereits auf einem guten Weg. Seit 1990 ist die deutsche Wirtschaft um 48 Prozent gewachsen, während die Treibhausgasemissionen im gleichen Zeitraum um 41 Prozent gefallen sind (Abbildung 45). Dieser Trend zeigt sich auch in der Energieproduktivität, die das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zu Energieverbrauch misst. Seit 1990 ist die Energieproduktivität um 89 Prozent gestiegen.

Klimaschutz schafft Zukunftsmärkte. Für den notwendigen Wandel spielen innovative Technologien eine Schlüsselrolle. Die zur Erreichung der internationalen Klimaziele nötige Transformation ist mit heute verfügbaren Technologien zu großen Teilen bereits umsetzbar. Die Einführung dieser Technologien benötigt jedoch wirksame Anreize und gezielte Investitionen.

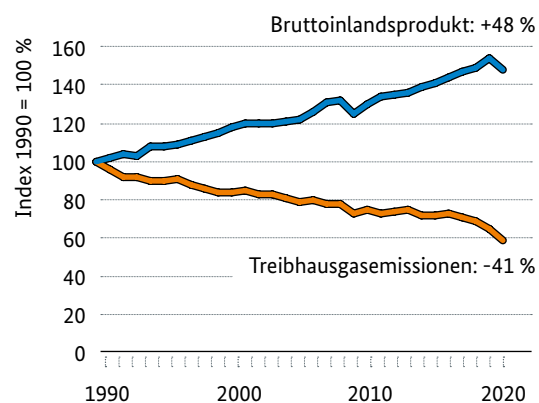
Umwelt- und Klimatechnologien (GreenTech) sind bereits heute ein wichtiges Standbein der deutschen Wirtschaft. GreenTech-Märkte werden künftig weiter an Bedeutung gewinnen und ihr Volumen bis zum Jahr 2030 voraussichtlich verdoppeln. Die GreenTech-Branche profitiert dabei von günstigen Rahmenbedingungen. Neben der EU erklären eine zunehmende Anzahl an bedeutenden Volkswirtschaften wie China, Japan und Südkorea Klimaneutralität zu ihrem Ziel. Die entsprechenden politischen Strategien wie der Europäische Grüne Deal läuten somit eine Ära der ökologischen Modernisierung ein.

Für den globalen GreenTech-Markt wird bis zum Jahr 2030 ein jährliches Wachstum von 7,3 Prozent prognostiziert. Das deutsche Marktvolumen soll mit 8,1 Prozent pro Jahr sogar noch stärker wachsen und

bis 2030 auf 856 Milliarden Euro ansteigen (Abbildung 46). Die Energieeffizienz ist nach wie vor sowohl global als auch national der größte grüne Leitmarkt und wird es den Prognosen zufolge auch bleiben. In Deutschland soll das Marktvolumen der Energieeffizienz von 2020 bis 2030 von 117 auf 266 Milliarden Euro ansteigen. Andere Bereiche holen jedoch auf und gewinnen zunehmend an Bedeutung. Starke Zuwächse werden etwa für die Leitmärkte Nachhaltige Mobilität sowie Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie erwartet.

GreenTech „made in Germany“ genießt weltweit großes Ansehen und begründet die starke Exportposition der deutschen Branche. Während Deutschlands Anteil an der globalen Wirtschaftsleistung bei rund drei Prozent liegt, haben deutsche Unternehmen einen Anteil von 14 Prozent am Weltmarkt für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz. Europa ist für deutsche GreenTech-Anbietende weiterhin der wichtigste Absatzmarkt. Doch neben den engen Handelskooperationen mit Russland und China werden auch Brasilien, Mexiko, Kanada, Japan und Südkorea als nichteuropäische Exportländer immer wichtiger. Eine Herausforderung für deutsche Anbietende wird in den kommenden Jahren darin bestehen, die guten Marktpositionen zu halten und sich gegenüber wachsender Konkurrenz, insbesondere aus China und den USA, zu behaupten.⁵⁷

Abbildung 45: Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Treibhausgasemissionen in Deutschland



Quelle: UBA (2020i)

Der Leitmarkt Nachhaltige Mobilität ist ein gutes Beispiel dafür, wie sich die deutsche GreenTech-Branche erfolgreich als Vorreiterin beim Aufbau zukunftsorientierter Wirtschaftsbereiche positioniert und damit Deutschlands Rolle als globaler Treiber für Innovation unterstreicht. Es sind zunehmend integrative und systemische Lösungen gefordert, die mit ganzheitlichen Ansätzen von der Planung bis zur Umsetzung die Basis für erfolgreichen Wandel bilden. Genau diese Kompetenzen zählen zu den anerkannten Stärken der deutschen GreenTech-Branche. Die Mobilität der Zukunft wird nicht mehr nur von etablierten Automobil- und Zulieferfirmen, sondern auch von neuen Akteur*innen des Leitmarktes Nachhaltige Mobilität gestaltet. Durch ihre Aktivitäten in den Bereichen Elektromobilität, autonomes Fahren, dynamische Routenplanung sowie digitale Geschäftsmodelle leisten sie einen wichtigen Beitrag zur ökologischen Transformation des Verkehrssektors.

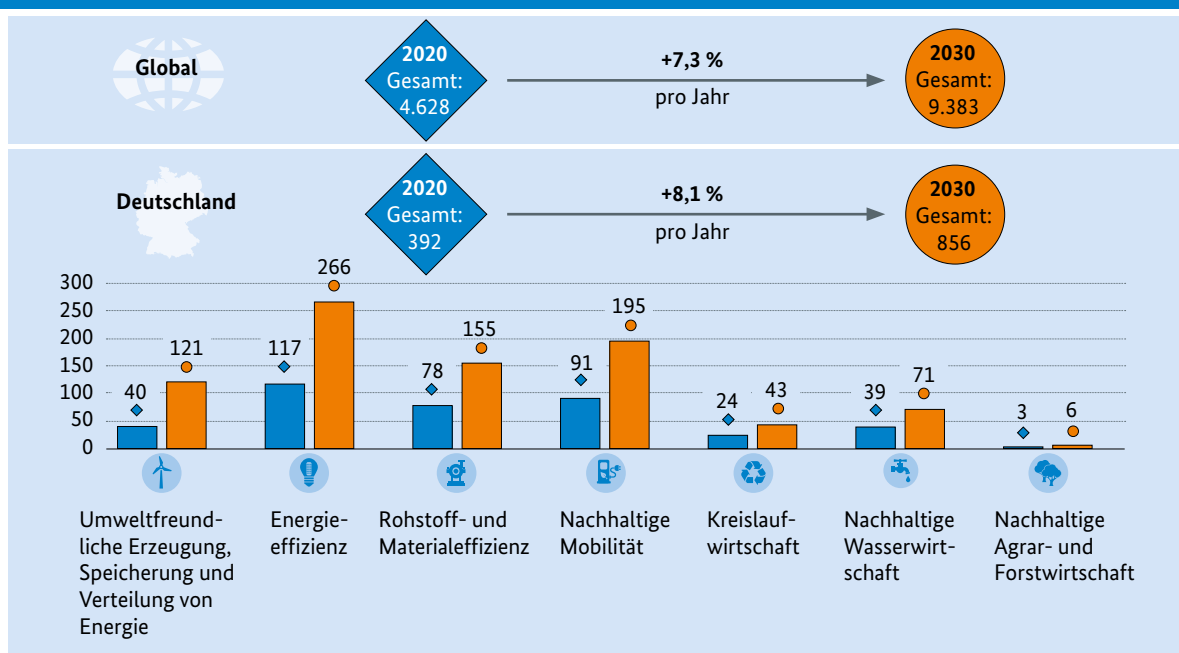
Die Nachfrage für ökologische Alternativen in der Wirtschaft wächst. Zunehmend suchen Unternehmen und Branchen nach nachhaltigen Alternativen zu konventionellen Produkten. Das betrifft die Chemie-, Automobil- und Zulieferbranche, aber auch die

„Eine moderne Umwelt- und Klimapolitik macht Unternehmen innovativer und krisenfester. Darum ist es klug, die wirtschaftliche Erholung nach der Corona-Krise mit ökologischen und sozialen Konjunkturimpulsen zu verstärken. Ein Fokus auf nachhaltig agierende Unternehmen mit robusten Geschäftsmodellen wie der Umwelttechnikbranche ist für den Standort Deutschland eine gute Strategie.“

Svenja Schulze, Bundesumweltministerin

Bauwirtschaft. Immer mehr Unternehmen setzen sich zum Beispiel eigene Nachhaltigkeitsstandards für ihre Gebäude und fragen dafür nachhaltig produzierte Bauelemente und wiederverwendbare Baumaterialien an. Dies geschieht auch aus der Erkenntnis heraus, welches enorme wirtschaftliche und ökologische Potenzial in solchen Maßnahmen steckt. Damit leisten grüne Technologien einen wichtigen Beitrag, Ökonomie und Ökologie in Einklang zu bringen.

Abbildung 46: Prognose zur Entwicklung des globalen und nationalen Marktvolumens für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz von 2020 bis 2030 (in Milliarden Euro)



Quelle: BMU (2021b)

4.2 Arbeitsplätze und Strukturwandel

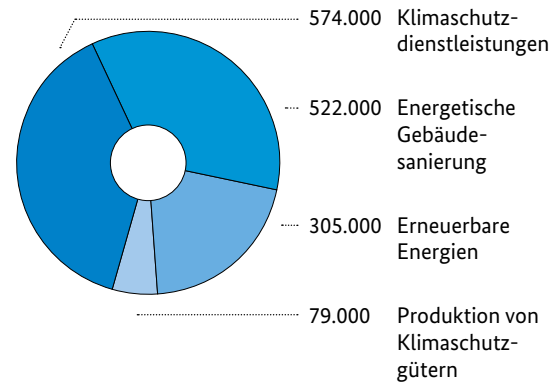
Klimaschutz ist nicht nur ein Wirtschaftsfaktor, sondern auch ein starker Motor für Beschäftigung.

Von den rund 45 Millionen Erwerbstätigen in Deutschland sind etwa 1,5 Millionen unmittelbar im Klimaschutz tätig (Abbildung 47). Durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen entstehen kontinuierlich mehr Arbeitsplätze im Klimaschutz. Dieser Wandel birgt enorme Chancen für den Standort Deutschland.

Im Jahr 2018 waren 574.000 Menschen im Bereich der Klimaschutzdienstleistungen tätig. Hierzu zählen etwa Unternehmensdienstleistungen wie Architekt*innen oder Ingenieur*innen, die Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien planen. Die Erneuerbare-Energien-Branche beschäftigte 305.000 Menschen. Hinzu kamen 79.000 Arbeitsplätze in der Produktion von Klimaschutzgütern. Hierzu gehören unter anderem Maschinenbau inklusive Reparaturen, Gummi- und Kunststoffwaren, Datenverarbeitung, chemische Erzeugnisse, Glas und Glaswaren sowie Metallerzeugnisse. Im Bereich der energetischen Gebäudesanierung arbeiteten 522.000 Menschen.

Investitionen in Klimaschutz setzen Impulse für neue Arbeitsplätze. Das Klimaschutzprogramm sowie das Zukunfts- und Konjunkturpaket der Bundesregierung zur Bewältigung der Folgen der Corona-Pandemie verknüpfen Investitionen mit Klimaschutz. In den relevanten Branchen wird daher für die kommenden Jahre ein durchschnittliches Wachstum der Beschäftigtenzahl um 6,8 Prozent prognostiziert (Abbildung 48). Auch der Europäische Grüne Deal, der langfristige EU-Haushalt und das COVID-19-Aufbaupaket „Next Generation EU“ fördern mehr Beschäftigung im Klimaschutz. Zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 soll in den nächsten zehn Jahren im Rahmen des Europäischen Grünen Deals mindestens eine Billion Euro in umweltfreundliche Technologien, eine nachhaltige Wirtschaft und nachhaltigen Verkehr investiert werden. Im Bereich der energetischen Gebäudesanierung ist mit besonders hohem Beschäftigungszuwachs zu rechnen. Die EU-Investitionsstrategie hat eine Renovierungswelle angestoßen, wodurch die Quote der energetischen Gebäudesanierungen bis 2030 verdoppelt werden soll. Auch Deutschland fördert seit Januar 2020 noch stärker energieeffizientes Bauen und

Abbildung 47: Arbeitsplätze im Klimaschutz (2018)



Quelle: UBA (2021e)

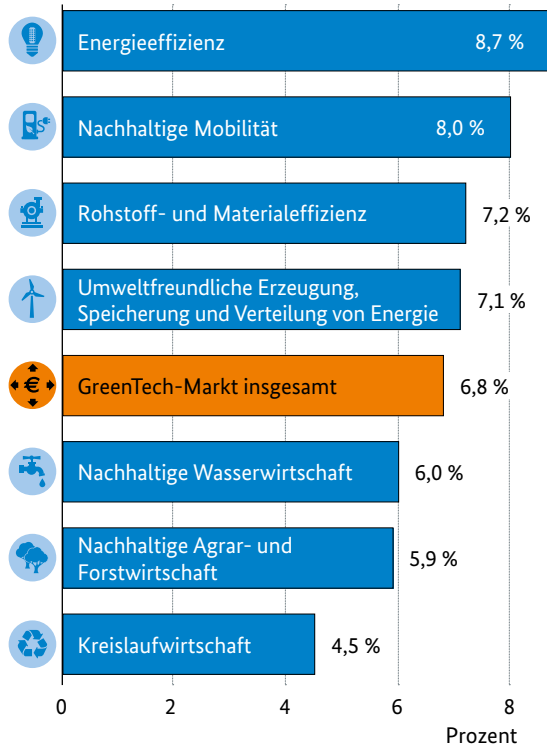
Sanieren. Diese Investitionen erklären teilweise den hohen erwarteten Beschäftigungszuwachs in der Energieeffizienz-Branche von 8,7 Prozent (Abbildung 48).

Weltweit wachsen die Arbeitsplätze in der Erneuerbare-Energien-Branche kontinuierlich. Die Schaffung von Arbeitsplätzen ist nur einer von vielen Zusatznutzen von erneuerbaren Energien. Erneuerbare Energien werden kontinuierlich ausgebaut und ermöglichen immer mehr Arbeitsplätze. Diese verteilen sich unter anderem auf die Planung und Projektierung von Erneuerbare-Energien-Projekten, die Herstellung und Errichtung der Anlagen sowie den Betrieb und die Wartung. Die Internationale Organisation für Erneuerbare Energien (International Renewable Energy Agency, IRENA) schätzt die weltweite Beschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energieträger für 2019 auf 11,5 Millionen Jobs. Die größten Arbeitgebenden waren dabei die Branchen Photovoltaik, Bioenergie, Wasserkraft und Windkraft. Die Beschäftigtenzahl ist seit Beginn der jährlichen Auswertung durch IRENA im Jahr 2012 kontinuierlich gewachsen.

Deutschland ist europäischer Spitzenreiter für Arbeitsplätze in der Erneuerbare-Energien-Branche.

In der EU sind etwa 1,5 Millionen Menschen direkt oder indirekt in der Erneuerbare-Energien-Branche beschäftigt. Davon liegen 17 Prozent in Deutschland. In den Bereichen Windenergie und Photovoltaik ist Deutschland führend im europäischen Vergleich. In der Vergangenheit war die Arbeitsplatzentwicklung

Abbildung 48: Durchschnittliches erwartetes jährliches Wachstum der Beschäftigtenzahl der GreenTech-Leitmärkte von 2020 bis 2025



in Deutschland mit Höhen und Tiefen konfrontiert. Während der Zubau von Windenergie auf See zulegte, konnten an Land frühere Ausbaurekorde nicht gehalten werden. So verlor die Windenergiebranche 2018 über 30.000 Arbeitsplätze. Eine transparente, kohärente und konsequente Energiewende-Politik kann Schwankungen abfangen und das volle Potenzial ausschöpfen.

Auch durch eine strategische Industriepolitik mit Fokus auf der Ansiedlung neuer grüner Industrien können neue Arbeitsplätze entstehen. So konnte Deutschland beispielsweise erfolgreich ein Tesla-Werk zur Produktion von Elektrofahrzeugen nach Brandenburg holen. Damit kann die neue Gigafabrik auf hochausgebildete Arbeitskräfte und hohe Kaufkraft zurückgreifen, während die Region von bis zu 13.000 neuen Arbeitsplätzen profitiert.

Der Kohleausstieg erfordert strukturpolitische Maßnahmen, um Arbeitsplätze in zukunftsgerichtete Branchen zu lenken. Spätestens seit der Entscheidung der Bundesregierung, aus der Kohleverstromung schrittweise auszusteigen, gibt es keine Zukunftsperspektive mehr für die mit der Kohle verbundenen Arbeitsplätze. Aktuell arbeiten noch gut 27.000 Menschen unmittelbar in den Stein- und Braunkohleindustrien. Mindestens die gleiche Anzahl an Beschäftigten ist darüber hinaus mittelbar tätig, zum Beispiel als Zuliefernde. Für das Ziel, aus den Kohleregionen Zukunftsregionen zu machen, will der Bund den Strukturwandel bis zum Jahr 2038 mit bis zu 40 Milliarden Euro unterstützen.

Zur Stärkung des positiven Wandels in den Kohleregionen und zur Schaffung neuer Arbeitsplätze werden eine Vielzahl an zukunftsweisenden Vorhaben in den betroffenen Regionen in Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt angestoßen. Beispielsweise soll an einem neuen Institut des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt elektrisches Fliegen erforscht werden. An einem weiteren Institut wird an alternativen, insbesondere solaren Brennstoffen geforscht.⁵⁸ In der Lausitz arbeiten das BMU und das Land Brandenburg gemeinsam daran, eine industrielle Demonstrationsanlage zur Produktion synthetischer Treibstoffe für den Luft- und Seeverkehr zu errichten. Das „PtX Lab Lausitz - Praxislabor für Kraft- und Grundstoffe aus grünem Wasserstoff“ soll durch die innovativen Treibstoffe zur Dekarbonisierung der Luftfahrt beitragen. So entstehen an traditionellen Energiestandorten in Deutschland durch Strukturwandel Forschung und Entwicklung für die Zukunft.

Zudem unterstützt das Förderprogramm „Kommunale Modellvorhaben zur Umsetzung der ökologischen Nachhaltigkeitsziele in Strukturwandelregionen“ des BMU Kommunen und andere Akteur*innen wie etwa Hochschulen und Unternehmen in den Kohleregionen. Es sollen Pilotregionen entstehen, die auf vorbildliche Weise zu einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung beitragen. Schwerpunktmäßig werden investive Maßnahmen wie beispielsweise die naturnahe Gestaltung von Flächen und Gewässern gefördert. Auch Projektideen im Sinne eines nachhaltigen Tourismus werden durch das Förderprogramm unterstützt. Mit neuen touristischen Attraktionen entsteht ein neuer Wirtschaftssektor, welcher wiederum neue Arbeitsplätze in den betroffenen Regionen schafft.

4.3 Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen

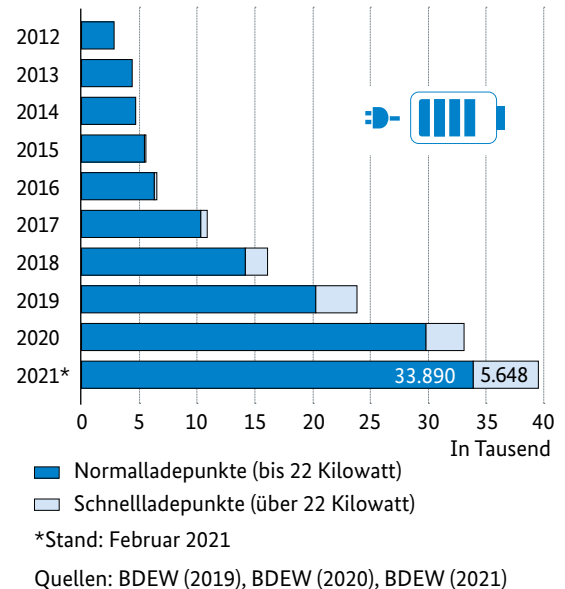
Die Schaffung nachhaltiger Infrastrukturen bildet eine Grundlage für die treibhausgasneutrale Gesellschaft. Mit Infrastruktur sind öffentlich nutzbare Einrichtungen gemeint, die das Funktionieren von Wirtschaft und Gesellschaft ermöglichen. Hierzu gehören beispielsweise Energienetze, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Verkehrswege sowie Informations- und Kommunikationsinfrastruktur.

Klimafreundliche Technologien können die Anforderungen an Infrastrukturen ändern. So beispielsweise im Bereich Mobilität: Elektrofahrzeuge benötigen keine Tankstellen entlang der Straßen, sondern Ladestationen. Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Verkehrs gewinnt die Ladestationen-Infrastruktur in Deutschland an Bedeutung und Umfang (siehe Abbildung 49).

Der Umbau zu einer treibhausgasneutralen Energieversorgung erfordert ein modernes und bedarfsgerechtes Stromnetz. Um den Strom aus Windenergie über lange Strecken vom Norden Deutschlands zu den Verbrauchszentren in Mittel- und Süddeutschland zu transportieren, sollen allein in den nächsten Jahren über 7.500 Kilometer an Stromleitungen im Übertragungsnetz ergänzt werden.⁵⁹ Das Verteilnetz, das den Strom zu den Endkund*innen transportiert, muss zudem für die zunehmende Anzahl an neuen Verbrauchsgeräten wie Ladesäulen und Wärmepumpen fit gemacht werden. Immer mehr Haushalte haben erneuerbare Erzeugungsanlagen, mit denen sie auch in das Verteilnetz einspeisen. Dieser zusätzliche Stromfluss erfordert ebenfalls einen Ausbau. Die flächendeckende Einführung sogenannter Smart Meter (intelligente Messgeräte) kann zu einer verbesserten Integration dieser neuen Verbrauchsgeräte und Erzeugungsanlagen in das Energieversorgungssystem beitragen.

Die neue umweltpolitische Digitalagenda des BMU definiert Leitplanken für den Ausbau der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur. Geschäftsreisen werden, angetrieben durch die Corona-Pandemie, zunehmend durch Videokonferenzen ersetzt. Die Informations- und Kommunikationsinfrastruktur gewinnt daher signifikant an Bedeutung. Noch berichten viele Bürger*innen von unzureichender Verbindungs-

Abbildung 49: Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität in Deutschland



Ziel der Bundesregierung ist es, dass in Deutschland bis 2030 insgesamt eine Million Ladepunkte zur Verfügung stehen.

qualität. Die Digitalisierung benötigt daher einen Ausbau der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur. Um Digitalisierung und Klimaschutz in Einklang zu bringen, hat das BMU ein umfangreiches Maßnahmenpaket auf den Weg gebracht. Damit sollen der Ressourcenverbrauch digitaler Technologien reduziert, Transparenz zu neuen Gestaltungs-, Steuerungs- und Handlungsmöglichkeiten geschaffen, Impulse für einen sozial-ökologischen Umbau gesetzt und eine Umweltpolitik 4.0 ermöglicht werden.

Städte und Regionen auf dem Weg zur Klimaneutralität investieren in nachhaltige und resiliente Infrastrukturen. Immer mehr Städte rufen den Klimanotstand aus und erarbeiten Pläne, wie sie klimaneutral werden können. Ein Hebel sind nachhaltige Infrastrukturen. Mit der Masterplan-Richtlinie fördert das BMU Kommunen, die bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen um 95 Prozent gegenüber 1990 und den Endenergieverbrauch um 50 Prozent senken wollen. Im Zuge des 9. Europäischen Rahmenforschungsprogramms „Horizont Europa“ werden ab 2021 zahlreiche Vorhaben zur CO₂-wirksamen Transformation von Städten finanziell durch die EU gefördert.

4.4 Nachhaltiger Konsum

Die Bevölkerung kann durch bewusste Konsumentscheidungen aktiv zum Klimaschutz beitragen.

Der durchschnittliche Lebensstil in Deutschland verursacht jährlich 11,17 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Kopf (Abbildung 50). Insgesamt entfallen 25 Prozent auf den Bereich Wohnen und Strom, 19 Prozent auf Mobilität, 15 Prozent auf Ernährung und 8 Prozent auf öffentliche Infrastruktur und Verwaltung. Sonstiger Konsum, zu dem beispielsweise Bekleidung und Freizeitaktivitäten zählen, macht die restlichen knapp 34 Prozent aus. Die jährliche Treibhausgasbilanz ist größer als die in Kapitel 1.3 genannten Pro-Kopf-Emissionen Deutschlands, da sie auch die Emissionen berücksichtigt, die durch den Konsum im Ausland produzierter Produkte und durch In- und Auslandsflüge verursacht werden.

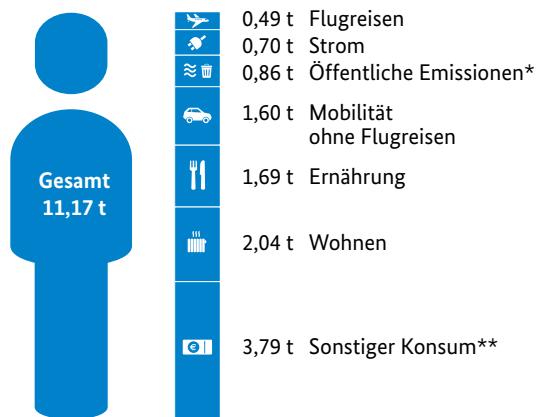
Mit dem CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes⁶⁰ kann nachvollzogen werden, wie hoch der eigene Ausstoß schätzungsweise ist und wie Konsumententscheidungen die eigene Treibhausgasbilanz beeinflussen. Ein Portal des Umweltbundesamtes gibt darüber hinaus Tipps für den Alltag.⁶¹ Die Einkaufsformel „saisonal – regional – bio“ zusammen mit dem Verbrauch weniger tierischer Lebensmittel kann pro Person und Jahr bis zu 600 Kilogramm Treibhausgase einsparen.⁶² Dadurch können die durch Ernährung verursachten Treibhausgase einer einzelnen Person um ein Drittel reduziert werden.

Die Verantwortung eines jeden Einzelnen für Klimaschutz steigt mit dem Einkommen. Ärmere Menschen leben tendenziell häufiger in einer stärker belasteten Umwelt als wohlhabendere Menschen. Gleichzeitig sind es besserverdienende Menschen, die durch einen ressourcenintensiveren Lebensstil und häufigere Flugreisen eine höhere Klimabilanz aufweisen. So verursachen die reichsten zehn Prozent die Hälfte der weltweiten Treibhausgase.⁶³ Sie sind damit auch diejenigen, die eine besondere gesellschaftliche Verantwortung tragen und durch klimagerechtere Konsumententscheidungen bedeutsam zum Klimaschutz beitragen können.

Best-Practice-Beispiele und Leuchtturminitiativen zeigen Wege zu mehr nachhaltigem Konsum auf.

Seit 2017 arbeitet die Bundesregierung im Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum mit Netzwerkakteur*innen aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik, Handel, Medien, Bildungseinrichtungen und Zivilgesellschaft zusammen, um das Thema über Pilot-

Abbildung 50: Durchschnittliche jährliche Treibhausgasbilanz pro Person in Deutschland in CO₂-Äquivalenten



*Zum Beispiel Wasserver- und -entsorgung, Abfallbeseitigung

**Zum Beispiel Bekleidung, Haushaltsgeräte und Freizeitaktivitäten

Quelle: UBA (2021f)

projekte voranzubringen. Das Zentrum wurde für die Begleitung des Nationalen Programms für nachhaltigen Konsum (NPNK) ins Leben gerufen. Kernaufgabe des NPNK ist es, nachhaltigen Konsum im öffentlichen Bewusstsein zu verankern. Das Programm umfasst die sechs Konsumbereiche mit dem größten Potenzial für Umweltentlastungen: Mobilität, Ernährung, Wohnen und Haushalt, Arbeiten und Büro, Bekleidung sowie Freizeit und Tourismus. Darüber hinaus werden auch übergreifende Handlungsansätze dargestellt, unter anderem Bildung, Verbraucherinformation und Forschung. Gemeinsam mit den Netzwerkakteur*innen wurden Pilotprojekte und Leuchtturminitiativen erarbeitet, die sich nun in der Umsetzung befinden.

Das Pilotprojekt „Umwelt im Unterricht“ stellt alle zwei Wochen neue Hintergrundinformationen und Unterrichtsmaterialien zu Themen mit Umweltbezug zur Verfügung. So wird sichergestellt, dass auch die nächste Generation ein Bewusstsein für klimafreundliche Konsumententscheidungen entwickelt.

4.5 Nachhaltige Investitionen

Klimaschutz erfordert eine konsequente Ausrichtung der Finanzströme an den Klimazielen. Die Bedeutung von Klimaschutz für den Finanzsektor ist signifikant. Aktuell wird immer noch stark in Unternehmen investiert, deren Geschäftsmodelle nicht mit dem Pariser Abkommen kompatibel sind. Dazu zählen die Geschäftsmodelle von Kohle-, Öl- und Gasunternehmen. Diese Investitionen werden jedoch perspektivisch zu „stranded assets“, also zu Vermögenswerten, die vor Ende ihrer geplanten wirtschaftlichen Nutzungsdauer aufgegeben werden, da sie in einer zukünftig auf Klimaneutralität ausgerichteten Wirtschaft nicht mehr profitabel sind. Finanzmärkte arbeiten daran, langfristige Klimarisiken systematisch und frühzeitig zu identifizieren und ihre Anlagestrategie entsprechend anzupassen. Dabei steht der Abzug von Kapital aus Unternehmen, deren Geschäftskonzept auf fossilen Ressourcen basiert, im Vordergrund (Divestment).

Ein 2018 von der Europäischen Kommission veröffentlichter Aktionsplan schafft die Rahmenbedingungen für ein nachhaltiges Finanzwesen. Maßnahmen des Aktionsplans umfassen unter anderem ein einheitliches EU-Klassifikationssystem für ein nachhaltiges Finanzwesen (EU-Taxonomie), die Schaffung eines EU-Kennzeichens für nachhaltige Finanzprodukte sowie die Verpflichtung von Vermögensverwaltern und institutionellen Anlegern, das Kriterium der Nachhaltigkeit bei den Investitionsabläufen zu berücksichtigen und transparent zu machen.

Die europaweite Klassifizierung von Klimakriterien für Investitionen und Anlagen hilft dabei, Wirtschaftsaktivitäten für Klimaschutz zu kennzeichnen. Klimaschutz und fünf weitere Ziele bilden zusammen die Umweltziele der EU-Sustainable-Finance-Taxonomie (Abbildung 51). Um gemäß der EU-Taxonomie als ökologisch nachhaltig eingestuft zu werden, müssen Wirtschaftsaktivitäten die folgenden drei Anforderungen erfüllen: Investitionen müssen einen wesentlichen Beitrag zu mindestens einem Umweltziel leisten. Die Zielerreichung darf dabei nicht anderen Zielen zuwiderlaufen („do no harm principle“). Die Investition muss bestimmte Mindestanforderungen, beispielsweise in Bezug auf Soziales und Menschenrechte, erfüllen.

Die Taxonomie-Bewertungskriterien für das Ziel Klimaschutz wurden bereits konkretisiert. Eine Aktivität gilt

dann als konform, wenn sie selbst sehr niedrige oder keine Treibhausgasemissionen verursacht. Ebenso als konform gilt, wenn die Aktivität den Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft bis zum Jahr 2050 unterstützt. Eine Aktivität kann auch dann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, wenn sie andere Wirtschaftsaktivitäten zum Umweltschutz befähigt. Dies gilt beispielsweise für die Produktion von Windrädern, welche letztlich erneuerbare Stromerzeugung ermöglichen.

Bislang haben Wirtschaftsaktivitäten nur eine geringe Taxonomie-Konformität. Die erste Studie zur Anwendung der EU-Taxonomie ermittelte 2020, dass nur zwei Prozent der Umsätze von börsennotierten Unternehmen taxonomiekonform sind.⁶⁴ Viele Aktivitäten erfüllen noch nicht die Klimaschutzkriterien.

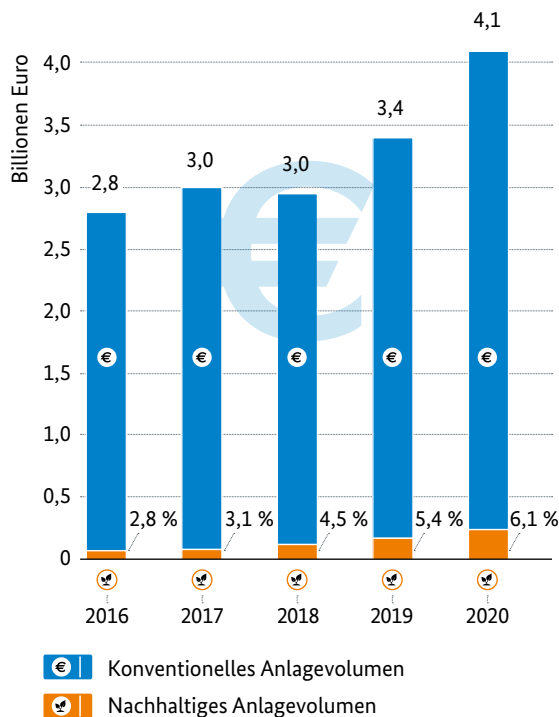
Die Bundesregierung ruft daher europäische Unternehmen zu nachhaltigen Investitionen auf und geht selbst mit gutem Beispiel voran. Mit dem Rahmenwerk für Grüne Bundeswertpapiere stärkt die Bundesregierung den Sustainable-Finance-Standort Deutschland. In dem Rahmenwerk werden die Kategorien grüner Ausgaben aus sieben Bundesministerien transparent dargestellt. Die Ausgaben in Höhe von gut 12,7 Milliarden Euro verteilen sich auf fünf Sektoren: 1) Verkehr, 2) internationale Zusammenarbeit, 3) Forschung, Innovation und Information, 4) Energie und Industrie sowie 5) Land- und Forstwirtschaft und

Abbildung 51: Ziele der EU-Sustainable-Finance-Taxonomie

- 
1. Klimaschutz
 2. Klimawandelanpassung
 3. Nachhaltige Nutzung von Wasserressourcen
 4. Wandel zu einer Kreislaufwirtschaft
 5. Vermeidung von Verschmutzung
 6. Schutz von Ökosystemen und Biodiversität

Quelle: BMWi (2020e)

Abbildung 52: Anteil nachhaltiger Finanzprodukte am gesamten deutschen Anlagevolumen



Quellen: FNG (2021), BVI (2021)

Naturlandschaften. Gezählt werden Ausgaben für Sachwerte wie Infrastruktur, Gebäude, Landschaften und Wälder, aber auch immaterielle Vermögenswerte wie individuelle und institutionelle Fähigkeiten, Forschung, Innovation und wissenschaftliche Erkenntnisse.

Auch globale Finanzinstitutionen arbeiten daran, die Klimabilanz von Investitionen transparent zu machen. Seit 2015 hat die Partnerschaft zur Kohlenstoffbuchhaltung (Partnership for Carbon Accounting Financials) einen Standard entwickelt, wie finanzierte Emissionen von Finanzdienstleistenden gemessen werden können. Der harmonisierte Bilanzierungsansatz ermöglicht es Finanzinstitutionen, wissenschaftlich fundierte Ziele zu setzen und ihr Portfolio mit dem Pariser Abkommen in Einklang zu bringen.

Das nachhaltige Anlagevolumen in Deutschland wächst stetig. Die öffentlichen und privaten Initiativen für den Sustainable-Finance-Standort Deutschland zeigen ihre Wirkung. Auch im Jahr 2020 stieg der Anteil

des nachhaltigen Anlagevolumens an den Gesamtinvestitionen weiter an (Abbildung 52). Seit 2016 hat er sich von 2,8 Prozent auf nun 6,1 Prozent mehr als verdoppelt. Während die Trendrichtung positiv ist, zeigt der trotzdem noch geringe Anteil am gesamten Anlagevolumen, dass weiterhin erheblicher Handlungsbedarf bei der Identifizierung von nachhaltigen Finanzprodukten und der Umleitung von Finanzströmen hin zu klimakompatiblen Anlagemöglichkeiten besteht. Hier kann die EU-Taxonomie eine bedeutende Rolle spielen.

Ebenfalls eine wichtige Rolle spielen grüne Anleihen für umwelt- und klimarelevante Zwecke, sogenannte Green Bonds. Sie tragen dazu bei, ökologische Nachhaltigkeit als Faktor in Entscheidungsprozessen des Finanzsektors stärker zu verankern. Die KfW ist seit 2015 im Auftrag des BMU eine der größten Emittent*innen von grünen Anleihen. Das ursprüngliche Zielvolumen des Green-Bond-Portfolios von 2 Milliarden Euro wurde im Februar 2021 erreicht. Das Portfoliovolumen wird nun auf einem Niveau von 2 bis 2,5 Milliarden Euro verstetigt.

Im Jahr 2020 nahm die KfW durch die grünen Anleihen 8,4 Milliarden Euro ein. Knapp 80 Prozent davon wurden für Förderdarlehen an Unternehmen und Haushalte im Bereich Energieeffizienz vergeben. Die restlichen 20 Prozent wurden für die Förderung erneuerbarer Energien eingesetzt. Die KfW schätzt, dass dadurch eine Verminderung der Treibhausgasemissionen um etwa 1,5 Millionen Tonnen pro Jahr erreicht wird.⁶⁵

5. Glossar

Bruttoendenergieverbrauch

Der Bruttoendenergieverbrauch berücksichtigt zusätzlich zum Endenergieverbrauch auch die Eigenverbräuche der Erzeugungsanlagen und die Übertragungsverluste. Er ist die Bezugsgröße für die Berechnung des Anteils der erneuerbaren Energien nach EG-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.

CO₂-Äquivalente

Einheit für das Treibhauspotenzial eines Gases, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. CO₂-Äquivalente geben an, welche Menge eines Gases in einem Betrachtungszeitraum von 100 Jahren die gleiche Treibhauswirkung entfalten würde wie CO₂.

Effort Sharing

Effort Sharing hat eine gerechte Lastenteilung bei der Reduktion von Treibhausgasen in der europäischen Klimapolitik zum Ziel und teilt dementsprechend jedem Mitgliedstaat jährlich ein Emissionsbudget zu, welches sich auf Grundlage des Pro-Kopf-Einkommens des Mitgliedstaats berechnet. Die EU-Klimaschutzverordnung (Effort Sharing Regulation, ESR) schreibt in diesem Sinne für den Zeitraum bis 2030 verbindliche Emissionsreduktionsziele für jeden EU-Mitgliedstaat vor.

Emissionshandelssystem EU-ETS

Das EU-ETS ist ein Handelssystem mit festen Obergrenzen, die das Gesamtvolumen der Emissionen bestimmter Treibhausgase begrenzt, die unter das EU-ETS fallende Anlagen ausstoßen dürfen. Die Obergrenze wird im Laufe der Zeit verringert, sodass die Gesamtemissionen zurückgehen. Innerhalb dieser Obergrenzen erhalten oder erwerben Unternehmen Emissionszertifikate (durch Versteigerungen), mit denen sie nach Bedarf handeln können. Jedes Unternehmen ist verpflichtet, am Jahresende genügend Zertifikate für seine gesamten Emissionen vorzulegen. Anderenfalls drohen hohe Strafgeldern.

Endenergie

Als Endenergie bezeichnet man denjenigen Teil der Primärenergie, die die Verbraucher*innen nach Abzug von Transport- und Umwandlungsverlusten erreicht, zum Beispiel in Form von Brennstoffen, Kraftstoffen oder elektrischer Energie, also als Fernwärme, Strom, Benzin, Heizöl, Erdgas, Biogas und Wasserstoff.

Energieproduktivität

Die Energieproduktivität gibt das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt und Energieverbrauch, also der aufgewendeten Energie, wieder (Kehrwert der Energieintensität). Sie kann als Maßstab für die Effizienz im Umgang mit Energieressourcen dienen.

Expertenrat für Klimafragen

Der Expertenrat für Klimafragen besteht aus fünf renommierten Wissenschaftler*innen, die von der Bundesregierung berufen wurden, um sie bei der Anwendung des Klimaschutzgesetzes zu unterstützen. Die Aufgaben des Expertenrats sind ebenfalls im Klimaschutzgesetz festgelegt: Der Rat nimmt Stellung, wenn die Bundesregierung die zulässigen Jahresemissionsmengen im Klimaschutzgesetz ändert, den Klimaschutzplan fortschreibt und weitere Klimaschutzprogramme beschließt. Darüber hinaus können der Deutsche Bundestag oder die Bundesregierung den Rat mit der Erstellung von Sondergutachten beauftragen.

Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert und Abfälle werden auf ein Minimum reduziert. Die Kreislaufwirtschaft steht im Gegensatz zum traditionellen, linearen Wirtschaftsmodell („Wegwerfwirtschaft“).

Primärenergieverbrauch

Rechnerisch genutzter Energiegehalt eines natürlich vorkommenden Energieträgers, bevor er in eine andere Energieform, in sogenannte Sekundärenergieträger, umgewandelt wird. Primärenergieverbrauch ist also der Verbrauch der Energie, die direkt in den Energiequellen vorhanden ist.

Senke

Eine Senke (auch Kohlenstoffsенke) ist ein Reservoir, das zeitweilig oder dauerhaft Kohlenstoff aufnimmt und speichert. Bedeutende Senken sind Wälder und Ozeane.

Treibhausgasneutralität

Wird erreicht, wenn die Summe des menschengemachten Treibhausgasausstoßes (zum Beispiel durch Verbrennung von Brennstoffen) und der Treibhausgasabsorption (zum Beispiel durch natürliche Senken, zukünftige Technologien) von menschengemachten Treibhausgasemissionen null ergibt.

Wasserstoff

Wasserstoff ist ein Gas und auf der Erde reichlich vorhanden, allerdings fast ausschließlich in chemischen Verbindungen (zum Beispiel in Wasser, vielen Säuren und Kohlenwasserstoffen). Wasserstoff wird gewonnen, indem Wasser (H_2O) in Sauerstoff (O) und Wasserstoff (H_2) aufgespalten wird. Wasserstoff ist, wenn er unter Zuhilfenahme erneuerbarer Energien hergestellt wird, ein nachhaltiger, flexibel einsetzbarer, leicht transportierbarer und deswegen vielversprechender Energieträger für die Energiewende.

6. Abkürzungsverzeichnis

APA	Aktionsplan Anpassung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
C	Kohlenstoff
CCS	Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (Englisch: Carbon Capture and Storage)
CCU	Kohlenstoffabscheidung und -nutzung (Englisch: Carbon Capture and Use)
CH ₄	Methan
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlendioxid
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ESR	EU-Klimaschutzverordnung (Englisch: Effort Sharing Regulation)
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EU-27	27 Mitgliedstaaten der EU
EU-28	27 Mitgliedstaaten der EU und Großbritannien, das im Januar 2020 aus der EU austrat
EU-ETS	EU-Emissionshandelssystem (Englisch: EU Emissions Trading System)
FKW	Perfluorierte Kohlenwasserstoffe
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
Gt	Gigatonnen
GW	Gigawatt
GW _{el}	Gigawatt elektrische Leistung
HFKW	Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe
IKI	Internationale Klimaschutzinitiative
IPCC	Weltklimarat (Englisch: Intergovernmental Panel on Climate Change)
IRENA	Internationale Organisation für Erneuerbare Energien (Englisch: International Renewable Energy Agency)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
Lkw	Lastkraftwagen
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Englisch: Land Use, Land-Use Change and Forestry)
min.	mindestens
mm	Millimeter
MW _{el}	Megawatt elektrisch
N ₂ O	Lachgas (Distickstoffoxid)
NDCs	National festgelegte Beiträge (Englisch: Nationally Determined Contributions)
NF ₃	Stickstofftrifluorid
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
NPNK	Nationales Programm für nachhaltigen Konsum
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
ppm	Anteile pro Million (Englisch: parts per million)
SF ₆	Schwefelhexafluorid
t	Tonne(n)
TWh	Terawattstunden
UBA	Umweltbundesamt
UNFCCC	Klimarahmenkonvention (Englisch: United Nations Framework Convention on Climate Change)

7. Endnoten

1. NOAA (2021a)
2. BMU (2014)
3. WMO (2021), bei dem genannten Wert handelt es sich um die Abweichung der globalen Durchschnittstemperatur im Jahr 2020 gegenüber dem vorindustriellen Niveau. Der Wert stellt also keinen linearen Trend dar. Der Datensatz der WMO basiert auf fünf globalen Temperaturdatensätzen. Die Streubreite der fünf Schätzungen des globalen Jahresmittels für 2020 liegt zwischen 1,15 °C und 1,28 °C über dem vorindustriellen Niveau.
4. DKK, DMG, DWD, ExtremWetterKongress, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de (2020)
5. NOAA (2021b)
6. DKK, DMG, DWD, ExtremWetterKongress, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de (2020)
7. IPCC (2018)
8. Nature Climate Change (2015)
9. IPCC (2019)
10. DWD (2020a)
11. UBA (2019a)
12. Friedlingstein Pierre et al. (2020)
13. DWD (2021b), der Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur in Deutschland um 1,6 °C stellt den linearen Trend für den Zeitraum von 1881 bis 2020 dar.
14. UBA (2020a)
15. UBA (2019b)
16. BMU (2020a)
17. Der Betrag 2.482 Gigatonnen CO₂-Äquivalente ergibt sich aus der Summe der jährlichen globalen Treibhausgasemissionen von 1850 bis 2018 laut PIK (2021).
18. UBA (2020b)
19. IKI (2020)
20. BMU (2020b)
21. NKI (2021)
22. Europäischer Rat (2020)
23. EEA (2020a)
24. Ember (2021)
25. Europäische Kommission (2021a)
26. EEA (2020a)
27. Europäische Kommission (2021a)
28. Europäische Kommission (2019)
29. EEA (2020a)
30. Europäische Kommission (2021b)
31. UNEP (2020)
32. BMZ (2021a)
33. IKI (2021)
34. BMZ (2021b)
35. AG Energiebilanzen (2020)
36. Expertenrat für Klimafragen (2021)
37. BMU (2020c)
38. UBA (2021b)
39. UBA (2020d)
40. UBA (2021c)
41. UBA (2021d)
42. BMU (2021a)
43. dena (2019)

44. DIW (2020)
45. BMWi (2020b)
46. BMWi (2020c), UBA (2020e)
47. UBA (2020f)
48. UBA (2020f)
49. Destatis (2021)
50. UBA (2020h)
51. BMEL (2019)
52. BMEL (2020)
53. BfN (2021)
54. Greifswald Moor Centrum (2019)
55. UBA (2020h)
56. Greifswald Moor Centrum (2019)
57. BMU (2021b)
58. BMWi (2020d)
59. BMWi (2019b)
60. UBA (2021f)
61. UBA (2021g)
62. BMU (2015b)
63. Oxfam (2015)
64. Sustainable Finance Survey (2020)
65. KfW (2021)

8. Literaturverzeichnis

Hinweis: Die hier sichtbaren Weblinks der Quellen sind Kurzversionen der ausführlichen Links. Im Literaturverzeichnis der elektronischen Version der Broschüre sind die ausführlichen Links zu den Quellen hinterlegt und können durch Anklicken aufgerufen werden.

- AG Energiebilanzen (2020): Energieverbrauch sinkt auf historisches Tief. www.ag-energiebilanzen.de
- Agora Energiewende, Stiftung 2°, Roland Berger (2021): Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht. www.agora-energiewende.de
- BDEW (2019): Zahl der Woche / 23.840 Ladepunkte. www.bdew.de
- BDEW (2020): Anzahl öffentlicher Ladepunkte auf über 33.000 gestiegen. www.bdew.de
- BDEW (2021): Elektromobilität: Ausbau der Ladeinfrastruktur nimmt weiter Fahrt auf. www.bdew.de
- BfN (2021): Ökosystemleistungen der Moore. www.bfn.de
- BMEL (2011) nach Drösler et al. (2008): Forschungsreport. Landwirtschaft im Zeichen des Klimawandels. www.bmel-forschung.de
- BMEL (2019): Daten, Fakten & Hintergrundinformationen zur aktuellen Waldsituation. www.bmel.de
- BMEL (2020): Massive Schäden – Einsatz für die Wälder. www.bmel.de
- BMU (2014): Wissenschaftliche Grundlagen. www.bmu.de
- BMU (2015a): Fortschrittsbericht zur Klimaanpassung. www.bmu.de
- BMU (2015b): #ziek – Zusammen ist es Klimaschutz. www.bmu.de
- BMU (2020a): Zweiter Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. www.bmu.de
- BMU (2020b): CO₂-Preis: Anreiz für einen Umstieg auf klimafreundliche Alternativen. www.bmu.de
- BMU (2020c): Checkliste Kohleausstieg. www.bmu.de
- BMU (2021a): Wie umweltfreundlich sind Elektroautos? www.bmu.de
- BMU (2021b): GreenTech made in Germany 2021: Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. www.bmu.de
- BMVI (2020): Verkehr in Zahlen 2020/2021. www.bmvi.de
- BMWi (2010): Energiekonzept. www.bmwi.de
- BMWi (2019a): Energieeffizienzstrategie 2050. www.bmwi.de
- BMWi (2019b): Übersicht zum Planungsstand der Vorhaben. www.bmwi.de
- BMWi (2020a): Umsetzungsstand Aktionsprogramm Wind an Land. www.bmwi.de
- BMWi (2020b): Start der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). www.bmwi.de
- BMWi (2020c): Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050. www.bmwi.de
- BMWi (2020d): Projekte des Bundeswirtschaftsministeriums zur Stärkung des Strukturwandels in den Kohleregionen für die Jahre 2020 und 2021. www.bmwi.de
- BMWi (2020e): Schlaglichter der Wirtschaftspolitik – September 2020. www.bmwi.de
- BMWi (2021a): Gesamtausgabe der Energiedaten. www.bmwi.de
- BMWi (2021b): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. www.erneuerbare-energien.de
- BMWi (2021c): Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende - Berichtsjahre 2018 und 2019. www.bmwi.de
- BMZ (2021a): Klimafinanzierung: Deutschland als verantwortungsvoller Partner. www.bmz.de
- BMZ (2021b): NDC-Partnerschaft. www.bmz.de
- BSh (2021): Daten. www.bsh.de
- Bundesregierung (2015): Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, EEWärmeG. www.erneuerbare-energien.de

- Bundesregierung (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. www.bundesregierung.de
- Bundesregierung (2020a): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2021). www.gesetze-im-internet.de
- Bundesregierung (2020b): Gesetz zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (Windenergie-auf-See-Gesetz – WindSeeG). www.gesetze-im-internet.de
- Bundesregierung (2020c): Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz – KVBG). www.gesetze-im-internet.de
- Bundesregierung (2021): Klimaschutzgesetz. www.bundesregierung.de
- BVI (2021): Investmentstatistik. www.bvi.de
- Climate Analytics, NewClimate Institute (2021): Climate Action Tracker. www.climateactiontracker.org
- Climate College (2016): Historical Greenhouse Gas Concentration for CIMP6. www.climatecollege.unimelb.edu.au
- co2online (2020): Raumbeheizung und Wassererwärmung, ohne Witterungsbereinigung. www.wohngebaeude.info
- dena (2019): Entwicklung der Neuzulassungen CO₂-effizienter Pkw. www.dena.de
- Destatis (2021): Ökologische Landwirtschaft. www.destatis.de
- Deutscher Dürremonitor Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) (2021): Deutscher Dürremonitor. www.ufz.de
- DIW (2020): Wärmemonitor 2019. www.diw.de
- DKK, DMG, DWD, ExtremWetterKongress, Helmholtz-Klima-Initiative, klimafakten.de (2020): Was wir heute übers Klima wissen. www.dwd.de
- Drösler et al. (2008): Observations and Status of Peatland Greenhouse Gas Emissions in Europe. www.doi.org
- DWD (2020a): Deutschlandwetter im Jahr 2020. www.dwd.de
- DWD (2020b): Bodenfeuchte in nutzbarer Feldkapazität. www.dwd.de
- DWD (2021a): Climate Data Center – Regional averages. www.opendata.dwd.de
- DWD (2021b): Zeitreihen und Trends. www.dwd.de
- EDGAR (2020): Fossil CO₂ emissions of all world countries, 2020 report. www.edgar.jrc.ec.europa.eu
- EEA (2020a): EEA Report No 13/2020. www.eea.europa.eu
- EEA (2020b): Greenhouse Gas - Data viewer. www.eea.europa.eu
- Ember (2021): Daily EU ETS carbon market price. www.ember-climate.org
- Europäische Kommission (2019): Der europäische Grüne Deal, COM(2019) 640 final. www.eur-lex.europa.eu
- Europäische Kommission (2020a): Shares (Erneuerbare Energien). www.ec.europa.eu
- Europäische Kommission (2020b): Data Browser. www.ec.europa.eu
- Europäische Kommission (2021a): Energy saving statistics. www.ec.europa.eu
- Europäische Kommission (2021b): The Just Transition Mechanism. www.ec.europa.eu
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG. www.eur-lex.europa.eu
- Europäischer Rat (2020): Multiannual financial framework for 2021-2027 adopted. www.consilium.europa.eu
- Expertenrat für Klimafragen (2021): Bericht zur Vorjahresschätzung der deutschen Treibhausgasemissionen für das Jahr 2020. www.expertenrat-klima.de
- FNG (2021): Marktbericht Nachhaltige Geldanlagen 2021. www.fng-marktbericht.org
- Friedlingstein Pierre et al. (2020): Global Carbon Budget 2020, Earth Syst. Sci. Data, 12, 3269–3340. www.essd.copernicus.org
- Greifswald Moor Centrum (2019): Klimaschutz auf Moorböden. www.greifswaldmoor.de
- IKI (2020): Corona-Response-Paket. www.international-climate-initiative.com
- IKI (2021): IKI funding instrument. www.international-climate-initiative.com
- IPCC (2018): Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers. www.ipcc.ch
- IPCC (2019): Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Summary for Policymakers. www.ipcc.ch

- KBA (2020): Pressemitteilungen 2020 – Fahrzeugzulassungen. www.kba.de
- KBA (2021): Pressemitteilung Nr. 02/2021 – Fahrzeugzulassungen im Dezember 2020. www.kba.de
- KfW (2021): “Green Bonds – Made by KfW” Allocation Report: Use of proceeds of 2020 Green Bond issuances. www.kfw.de
- Met Office (2021): HadCrut4 Data. www.metoffice.gov.uk
- NKI (2021): Zahlen und Fakten. www.klimaschutz.de
- Nature Climate Change (2015): Exceptional twentieth-century slowdown in Atlantic Ocean overturning circulation. www.nature.com
- NOAA (2021a): Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. www.esrl.noaa.gov
- NOAA (2021b): 2020 was Earth’s 2nd-hottest year. www.noaa.gov
- Oxfam (2015): Die reichsten 10 Prozent verursachen die Hälfte der weltweiten Treibhausgase. www.oxfam.de
- PIK (2021): The PRIMAP-hist national historical emissions time series. www.pik-potsdam.de
- Sustainable Finance Survey (2020): European Sustainable Finance Survey. www.sustainablefinancesurvey.de
- UBA (2019a): Klimawandel der Meere. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2019b): Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020a): Indikator: Heiße Tage. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020b): Treibhausgas-Emissionen in der Europäischen Union. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020c): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 – 2019. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020d): Emissionen des Verkehrs. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020e): Abschätzung der Treibhausgaserminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020f): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020g): Verpackungsabfälle. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020h): Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2020i): Energieproduktivität. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2021a): Vorjahreschätzung der deutschen Treibhausgas-Emissionen für das Jahr 2020. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2021b): Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2021c): Umweltfreundlich mobil. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2021d): Fahrleistungen, Verkehrsleistungen und „Modal Split“. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2021e): Beschäftigung und Umweltschutz. www.umweltbundesamt.de
- UBA (2021f): CO₂-Rechner des Umweltbundesamtes. www.uba.co2-rechner.de
- UBA (2021g): Umwelttipps für den Alltag. www.umweltbundesamt.de
- UNEP (2020): Emissions Gap Report 2020. www.unep.org
- Weltbank (2021): World Development Indicators – Population, total, 2019. www.databank.worldbank.org
- WMO (2021): State of the Global Climate 2020. www.library.wmo.int

Datenanhang zu Abbildung 20: Fahrplan für die Stilllegung der deutschen Braunkohlekraftwerke bis 2038

Anlagenbetreiber	Kraftwerk	Bundesland	Nettonennleistung (MW _{el})	Endgültiges Stilllegungsdatum
RWE Power	Niederaußem C	Nordrhein-Westfalen	295	31.12.2021
RWE Power	Neurath B	Nordrhein-Westfalen	294	31.12.2021
RWE Power	Weisweiler E oder F*	Nordrhein-Westfalen	321	31.12.2021
RWE Power	Neurath A	Nordrhein-Westfalen	294	01.04.2022
RWE Power	Neurath D	Nordrhein-Westfalen	607	31.12.2022
RWE Power	Neurath E	Nordrhein-Westfalen	604	31.12.2022
RWE Power	Frechen/Wachtberg	Nordrhein-Westfalen	120	31.12.2022
RWE Power	Weisweiler F oder E*	Nordrhein-Westfalen	321	01.01.2025
RWE Power	Weisweiler G oder H*	Nordrhein-Westfalen	663 oder 656	01.04.2028
LEAG KW	Jänschwalde A	Brandenburg	465	31.12.2028
LEAG KW	Jänschwalde B	Brandenburg	465	31.12.2028
LEAG KW	Jänschwalde C	Brandenburg	465	31.12.2028
LEAG KW	Jänschwalde D	Brandenburg	465	31.12.2028
RWE Power	Weisweiler H oder G*	Nordrhein-Westfalen	656 oder 663	01.04.2029
LEAG KW	Boxberg N	Sachsen	465	31.12.2029
LEAG KW	Boxberg P	Sachsen	465	31.12.2029
RWE Power	Niederaußem G oder H*	Nordrhein-Westfalen	628 oder 648	31.12.2029
RWE Power	Niederaußem H oder G*	Nordrhein-Westfalen	648 oder 628	01.01.2033
Saale Energie	Schkopau A	Sachsen-Anhalt	450	31.12.2034
Saale Energie	Schkopau B	Sachsen-Anhalt	450	31.12.2034
LEAG KW	Lippendorf R	Sachsen	875	31.12.2035
LEAG KW	Lippendorf S	Sachsen	875	31.12.2035
RWE Power	Niederaußem K	Nordrhein-Westfalen	944	31.12.2038
RWE Power	Neurath F (BoA 2)	Nordrhein-Westfalen	1.060	31.12.2038
RWE Power	Neurath G (BoA 3)	Nordrhein-Westfalen	1.060	31.12.2038
LEAG KW	Schwarze Pumpe A	Brandenburg	750	31.12.2038
LEAG KW	Schwarze Pumpe B	Brandenburg	750	31.12.2038
LEAG KW	Boxberg R	Sachsen	640	31.12.2038
LEAG KW	Boxberg Q	Sachsen	857	31.12.2038

*In diesen Fällen hat der jeweilige Anlagenbetreiber ein Wahlrecht jeweils zwischen den zwei genannten Braunkohleanlagen am selben Standort.

Quelle: Bundesregierung (2020c)

